

HADITECHNIKA

2025/5.

A MÚLT, A JELEN ÉS A JÖVŐ FEGYVEREI

LIX. ÉVFOLYAM 5. SZÁM • ÁR: 990 Ft

AUSZTRÁL COLLINS-OSZTÁLYÚ TENGERALATTJÁRÓ

POSZTER-
MELLÉKLETTEL

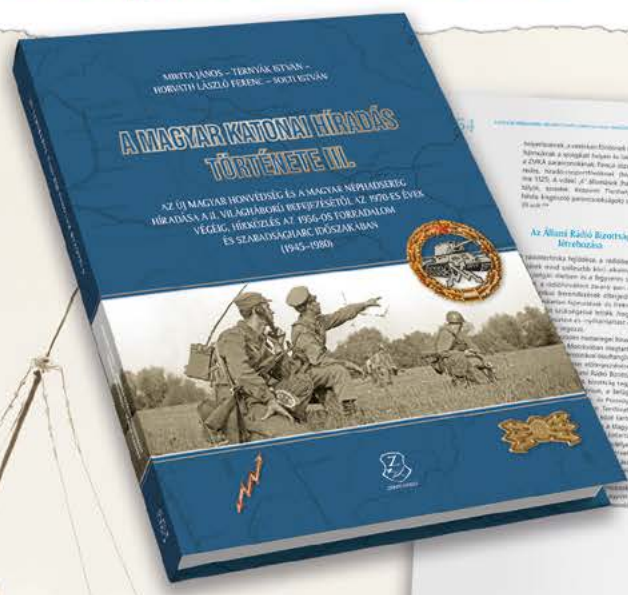


VÉRREL, VASSAL, EKÉVEL, KARDDAL I-III.

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



A Zrínyi Kiadó újdonságai



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

Könyvesbolt: 1024 Budapest, Filler utca 14.



**A MAGYAR HONVÉDSÉG
MŰSZAKI-TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATA**

Az MTA IX. osztály Hadtudományi
Bizottsága által „A” kategóriába sorolt,
lektorált folyóirat,
LIX. évfolyam 2025/5. 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.)

Lektorai 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: Dallos Tamás, Drótos Szilvia

Műszaki szerkesztés: Gróf István

Folyóiratszerkesztőség-vezető: Eisrichné Schubert Andrea

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

Nyomdai előkészítés és nyomtatás: HM Zrínyi Nonprofit Kft.

Felelős vezető: Kulcsár Gábor ügyvezető

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

A szerkesztőség elérhetőségei:

1024 Budapest, Szilágyi Erzsébet fasor 7-9. Telefon: +36 70 199-8648
haditechnika@hmzrinyi.hu

kiadvany.magyarhonvedseg.hu/index.php/HT

https://www.facebook.com/HTfolyoirat/

INDEX: 25381 ISSN 0230-6891 (Nyomtatott) | ISSN 1786-996X (Online)

TANULMÁNYOK

- Lukács László
A kőszóró aknáktól az intelligens szárazföldi aknáig *III. rész*
Szárazföldi aknák az I. világháború befejezésétől a II. világháború végéig 2
- Farkas Zoltán
Logisztikai szaktechnikai eszközök egykor és napjainkban *III. rész* 6
- Bujtor László – Rezsabek Nándor
Bouligand-struktúra a védelmi iparban – természetinspirált struktúrák hadiipari alkalmazásai 12

NEMZETKÖZI HADITECHNIKAI SZEMLE

- Biró Gabriella
Az ukrán eVorog chatbot és a Delta rendszer 18

ŰRTECHNIKA

- Remes Péter
A KTD repülő- és űrorvosi jelentősége *III. rész* 22
- Szalai Sándor – Nagy János – Vizi Pál Gábor
A JUICE-űrszonda magyar gyártmányú tápegysége 29

HAZAI TÜKÖR

- Daruka Norbert – Kugyela Lóránd – Ember István
Többkomponensű robbanóanyag és alkalmazásának lehetőségei *II. rész* 37
- Berkesi Balázs
A magyar négyszínnyomású gyakorlóruházat története 44

HADITECHNIKA-TÖRTÉNET

- Ott István Dániel
Atom-tengeralattjárók az Ausztrál Királyi Haditengerészet kötelékében *I. rész*
Az Ausztrál Királyi Haditengerészet tengeralattjáró-fegyverneme 52
- Barna Péter
Az Egyesült Államok Európában állomásozó repülőerőinek A–10A csatarepülőgépei 1979–1993 között *I. rész* 58
- Mujzer Péter
Lengyel gépjárművek a magyar honvédségben (1939–1945) *II. rész* 62

MAKETT

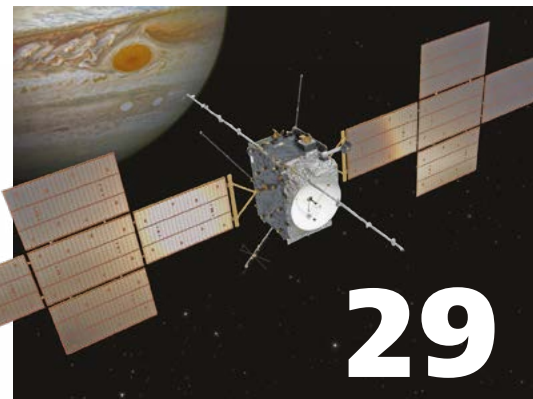
- Gávy György Viktor – Kovács András
A MAZ–537G vonatatójármű és a CsMZAP–9990 tréler 67



6



18



29



37



67

A KŐSZÓRÓ AKNÁKTÓL AZ INTELLIGENS SZÁRAZFÖLDI AKNÁKIG

SZÁRAZFÖLDI AKNÁK AZ I. VILÁGHÁBORÚ BEFEJEZÉSÉTŐL A II. VILÁGHÁBORÚ VÉGÉIG

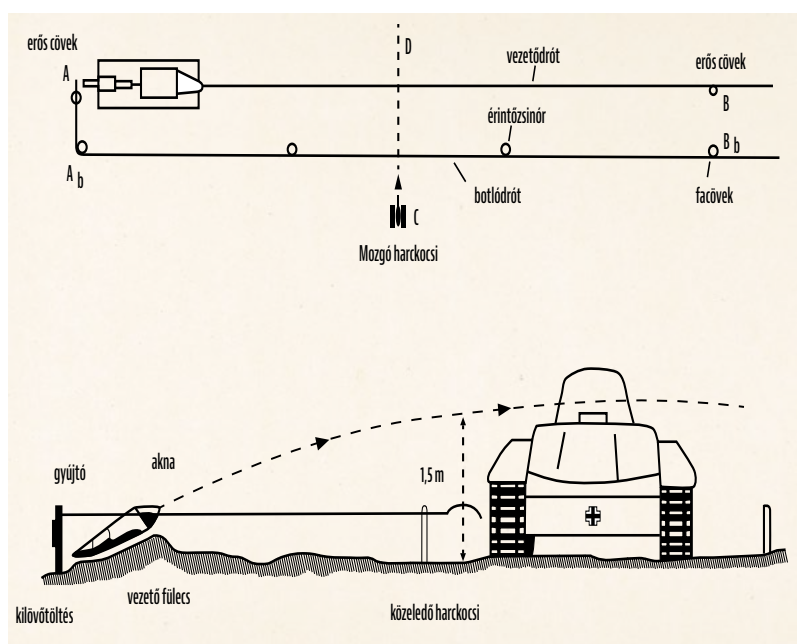
1. ÁBRA. Szovjet LMG („Галицкий” - Galickij) oldal elleni harckocsiakna 1942-ben [1; 53.]

A cikksorozat első részében a szárazföldi akna kialakulásával foglalkoztunk az ókortól a 17. század végéig. A második részben az I. világháborúban kialakult állásharc megtörésére kifejlesztett és bevetett harckocsik elleni védelemre szolgáló harcjármű elleni aknákról írtunk. Ebben a részben az akna és az aknaharc európai fejlődését mutatjuk be a II. világháború végéig tartó időszakban.

AKNAFEJLESZTÉS EURÓPÁBAN A KÉT VILÁGHÁBORÚ KÖZÖTT

Az I. világháború befejezése után az antant hatalmak országaiban nem tulajdonítottak különösebb jelentőséget az aknáknak, azokat a fegyveres harc kényszerülte kiegészítő eszközeiként kezelték. Két ország volt csak, amelyek komolyabban vette az akna szerepét, és ennek megfelelően fejlesztésüket is elkezdte: Németország és Oroszország (később Szovjetunió). Németországot a versailles-i békeszerződés elvben megfosztotta a harckocsiktól, a hadiflottától és a katonai repülőgépektől. Mivel a németek kiszolgáltatottnak érezték magukat egy esetleges támadással szemben, a békeszerződés által nem tiltott akna fejlesztésébe kezdtek.

A Szovjetunióban, Petrográdban 1919-ben kialakítottak egy kísérleti telepet a robbanóanyagok, gyújtószerek és az akna fejlesztésére. 1924-ben adták ki a hadsereg Robbantási utasítását és a Műszaki zárás utasítását. Dimitrij Mihajlovics Karbisev tábornok,¹ kora kiváló hadmérnöke kidolgozta a



harcjármű- és a gyalogság elleni akna alkalmazásának taktikáját, valamint a műszakizár-csomópontok létrehozásának elméletét. A harmincas években a Szovjetunióban nagyszámú robbanószerkezetet (robbantógyutacsok, gyújtószinór, robbanószinór, elektromos gyújtógépek) és szabványos robbanótölteteket fejlesztettek ki és vezettek be.

1934-ben jelent meg az első rendszeresített harckocsi elleni akna, de a csapatoknál szerzett kedvezőtlen tapasztalatok hatására 1935-ben bevonták őket, és helyette a TM-35 típusú aknákat állították rendszerbe. Az akna taposólappal ellátott, négyzetes fém burkolattal rendelkezett. A gyújtó-

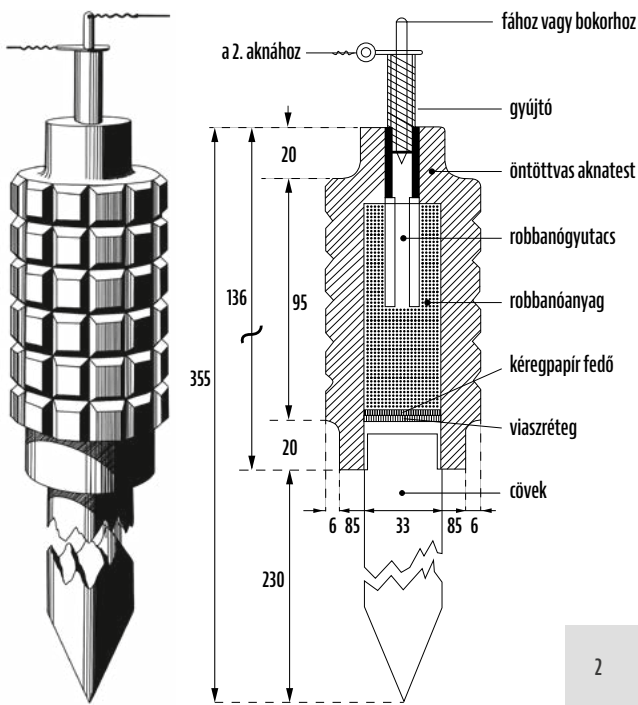
tókészüléke a világon azóta is széles körűen elterjedt többcélú, univerzális MUV-gyújtó volt.² Az akna össztömege 5,3 kg, a préselt trotil-töltet 2,8 kg volt. 1939-ben megjelent a modernizált változata TM-35M néven, továbbá három új lánctalp elleni harckocsiakna, a fém burkolatú PMZ-40 és TM-39, valamint a fém burkolatú TMD-40. Ugyanekkor jelent meg a világ első reaktív hajtású oldal elleni harckocsi aknája, az Ivan Pavlovics Galickij vezérőrnagy által kifejlesztett LMG (ЛМГ: Летящая Мина Галицкого – Galickij repülőaknája). (1. ábra)

A 15 g-os lőporos reaktív kivetőpatronnal legfeljebb 25 m-re tudták ellőni a 2,8 kg trotil robbanóanyagból ké-

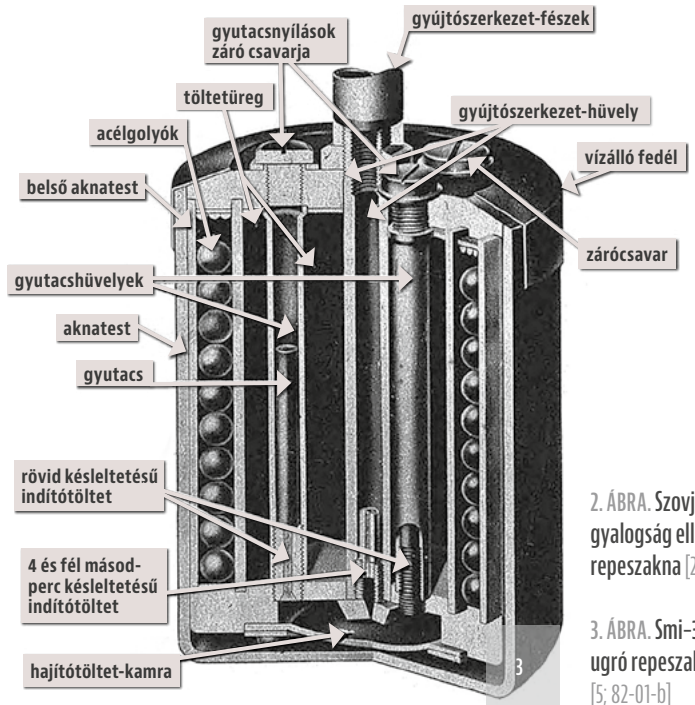
* Professor emeritus, a hadtudomány kandidátusa, ny. tanszékvezető egyetemi tanár. ORCID: 0000-0001-8569-5013

¹ (1880. október 26. – 1945. február 18.) A Szovjet Vezérkari Akadémia professzora, a hadtudomány doktora, a Szovjetunió Hőse (posztumusz).

² A MUV-gyújtókészülék elvén működő egyszerű, de megbízható gyújtók a mai napig rendszerben vannak a világ számos hadseregében (pl. Egyiptom, Egyesült Királyság, Dánia, Csehország).



2



2. ÁBRA. Szovjet POMZ-2 gyalogság elleni repeszakna [2; 50.]

3. ÁBRA. Smi-35 német ugró repeszakna [5; 82-01-b]

szült kumulatív töltetet, mely 100 mm vastagságú páncélt volt képes átütni. Az új harcanyag találati pontosságáról nem találtunk adatokat.

Az I. világháború gyakorlatával szemben már a gyalogság elleni aknák fejlesztése és gyártása is elkezdődött. Az első ilyenek a DP-1 gyalogság elleni repeszakna, valamint az OZM-152 nagyméretű ugró repeszakna voltak (a névben szereplő szám egy 152 mm-es repeszgránátot jelöl, mely alapul szolgált az aknához). A szovjet- finn háború időszakában rendszeresítették, az azóta szintén világszerte elterjedt rendszerű, fix telepítésű, körkörös hatású gyalogság elleni POMZ repeszaknát (cövekakna). (2. ábra)

Ugyancsak a szovjet- finn háború tapasztalatai alapján rendszeresítették a mindössze 90 g trotil-por töltetű, kartonburkolatú gyalogság elleni taposóaknát, az RKKA-t, valamint a

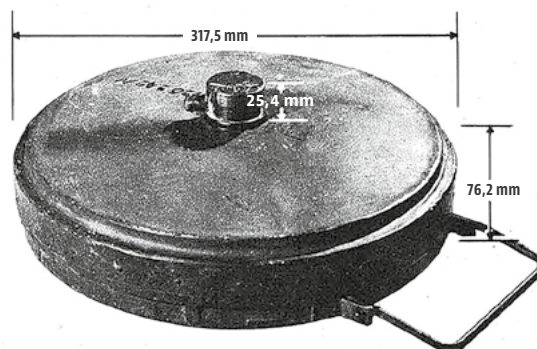
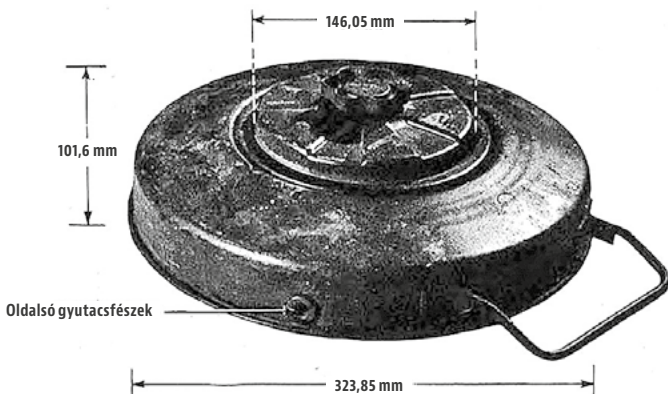
speciálisan sítalpon közlekedő ellenség pusztítására készült PMM-6-os aknát.

Németországban az 1930-as évek elején szintén aktív munka folyt a harckocsi és a gyalogság elleni aknák fejlesztése terén. A POMZ-típusú repeszakna analógiájára rendszeresítették a „Stockmine” nevű repeszaknát. A fő eltérést az jelentette, hogy a szovjet akna bordázott öntöttvas repeszaknák helyett a németek acél repeszaknákkal egybeöntött betontestet készítettek. 1930-ban jelent meg az Smi-35 „Springmine” nevű ugró repeszakna. (3. ábra) Az aknatest másfél méterrel a talaj fölött robbanva 340 db acélgolyót repített szét, 15–20 m sugarú körben pusztítva a gyalogságot.

Németországban nagy figyelmet szenteltek a harckocsi elleni aknák fejlesztésének is. 1929-ben jelent meg a

Tellermine (Tmi) 29, nyomásra működő harckocsi elleni akna. 1935-ben a Wehrmachtnál rendszerbe állt a kör alakú, fémburkolatú, nyomásra működő Tmi 35 akna (össztömege 10 kg, a robbanóanyag-töltet kb. 5 kg volt). Formáját és konstrukcióját akár klasszikusnak is nevezhetjük, tekintve, hogy ez az akna később mintául szolgált mind a háború alatt, mind azt követően számos új harckocsiakna-gyártónak. A háború éveiben a németek Tmi 42 néven rendszeresítették az akna megnövelt töltetű változatát is. (4. ábra)

A németek voltak az elsők a világon, akik légi távaknásító rendszert fejlesztettek ki. 1939-ben a Ju 87 bombázóhoz kazettás bombákat terveztek. Ezekbe a bombakazettákba az SD-1 „Splitterbombe” (repesz bomba), valamint az SD-2 „Schmetterling” (pillangó) robbanószerkezeteket (5. ábra) helyezték, melyekhez többféle gyújtókészüléket



4. ÁBRA. Német Tmi 35 és Tmi 42 harckocsi elleni aknák [3; 81.01-a, 81.03.a]

is kifejlesztettek: pillanat-csapódógyújtót, meghatározott magasság elérésekor robbantó gyújtót, késleltetett gyújtót és olyat is, mely akkor robbantotta fel a talajon fekvő szerkezetet, ha azt elmozdították a helyéről.

A robbanószerkezetek tömege 1, illetve 2 kg volt. A különböző bombakazetákba az alábbi mennyiségű robbanószerkezetet tudták elhelyezni:

- AB 23: 23 db SD-2;
- AB 250-3: 108 db SD-2;
- Mk 500: 6 db SD-2;
- AB 24t: 24 db SD-2.

A robbanószerkezeteket egyrészt gyalogos oszlopok, illetve csoportosítások bombázására használták, másrészt ezzel kívánták megnehezíteni egy adott terepszakasz ellenség általi igénybevételét. Aknamezők létesítésére akkor még nem alkalmazták ezeket, mivel egyrészt a csapatok még nem rendelkeztek olyan mozgékonyssággal, mint ma, így nem volt rá igény, másrészt pedig egyszerűen nem volt kidolgozott a távaknásítás taktikája.

A rendszert 1939 szeptemberében vetették be először – sikerrel – a Lengyelország elleni hadjáratban. Később a Luftwaffe 15, speciálisan előkészített repülőgéppel (Ju 88; Do 17; Me 109;

Ju 87) felszerelt csoportja eredményesen alkalmazta többször is ezt az eszközt Franciaországban, Észak-Afrikában, Olaszországban, Nagy-Britanniában és a Szovjetunióban.

AKNAFEJLESZTÉS EURÓPÁBAN A II. VILÁGHÁBORÚ ALATT

1941 végén két új, a korábbiaknál nagyobb hatású harcokcseli elleni akna jelent meg a szovjet hadseregben: a JaM-5 és a TM-41. Mindkettőben egy új, nagyon egyszerű, mégis nagyon megbízható, nyomásra működő gyújtókészülék került, az MV-5, ún. „golyós” gyújtó. A TM-41 kerek, fémtestű akna volt, 5,5 kg össztömeggel, 4 kg robbanóanyag-töltettel. A JaM-5 fából készült, a töltet tömege 3,6-tól 5 kg-ig terjedhetett attól függően, hogy trotil préstestekkel, öntött trotilal, dinamonnal³ vagy amatol⁴ téglákkal töltötték. 1942-ben jelent meg a vasúti szállítmányok elleni PV-42 vasúti aknagyújtó.

A II. világháború előtt kifejlesztett aknák főleg fém burkolattal rendelkeztek, hiszen ezek gyártása volt a leggyorsabb. A lemezből készült aknatesteket présgépekkel lehetett tömegesen gyártani, melyekbe aztán öntött (főleg) trotiltöltet került, melynek indításához valamilyen magas hatóerejű, brizáns robbanóanyagból (pl. tetril) készült kiegészítő detonátort használtak, mivel az öntött trotil közvetlenül nem iniciálható 8-as erősségű gyutaccsal.

A háború során aztán egyre inkább figyelembe kellett venni egyes alapanyagok hiányát. Ennek eredményeként jelenhetett meg 1943 tavaszán a keleti fronton két újabb akna is, melyek már fatesttel készültek. A TMD-B nyomásra működő harcokcseli MV-5 aknagyújtóval működött, a PMD-6 gyalogság elleni taposóakna pedig MUV-gyújtóval.

A TMD-B megalkotását többek között a szükség szülte: a háború előrehaladtával a fém mellett már a töltetül szolgáló TNT is hiánycikké vált (erre nagyobb szükség volt a tüzérségi lőszer és

légi bombák tölteteként). Ezért ebbe már 5 kg tömegű dinamon „T”⁵ vagy 80/20 arányú ammonit⁶ töltet került. Tekintve, hogy az aknából mintegy 3 millió darab készült, a fémmegtakarítás mellett kiváltottak kb. 6000 t trotilt is. A PMD gyalogságitaposó-akna-sorozat 6-os számú tagja egy 200 g-os TNT-préstestet tartalmazott, a sorozat 7-es tagjaiba már csak 75 g-os TNT-töltény került.

A német aknafejlesztéseknél már említettük a Tmi 35 harcokcseli elleni akna továbbfejlesztéseként 1942-ben bevezetett, megnövelt töltetű Tmi 42-t. Ugyanakkor, akárcsak a szovjet oldalon, a németeknél is egyre nagyobb gondot jelentett az acél és a TNT hiánya. Ezért 1942 második felében a szovjet JaM-5 fatestű harcokcseli elleni akna másolataként rendszerbe állították saját faborítású aknájukat, „Holzmine-42” néven. Az Smi-35 „Springmine” ugró repeszaknánál szintén a gyártás nagy időigénye tette szükségessé az – egyébként kiváló – ZZ-35 típusú – gyújtószerkezet cseréjét, az orosz MUV-hoz hasonló elvű gyújtóra. Ennek eredményeként az 1942-ben rendszerbe állított akna már ezzel az új, ZZ-42 gyújtóval készült.

Az első fémkereső műszert 1938-ban, a lengyel hadseregben kezdték fejleszteni, eredetileg a tüzérségi gyakorlótereken fel nem robbant lövedékek felkutatására. Az ország 1939-es német megszállását követően a lengyel szakemberek Franciaországba költözve folytatták tovább a munkát, ezáltal már aknakereső műszernek szánva az eszközt. A német csapatok azonban ide is megérkeztek, így végül 1941-ben Angliában jelent meg a Józef Kosacki hadnagy által kidolgozott végső változat. A találmányát azonban nem szabadalmaztatta, hanem ajándékba adta a brit hadseregnek. A tervét elfogadták, és 500 aknakereső készüléket azonnal El Alameinbe küldtek, ahol nagy segítségére voltak a brit 8. hadseregnek, az Afrika Korps által telepített aknamezők leküzdésében. A működés alapelve egyszerű volt és alapvetően megegyezett a mai fémkeresőkével: a műszer



5. ÁBRA. A londoni Churchill War Roomsban kiállított SD-2 „Schmetterling” légi távaknásító robbanószerkezet (A szerző felvétele)

³ Ammónium-nitrát és faliszt keverékű robbanóanyag.

⁴ Ammónium-nitrát és trotil keverékű robbanóanyag.

⁵ 90% ammónium-nitrát és 10% tőzeg felhasználásával készült robbanóanyag.

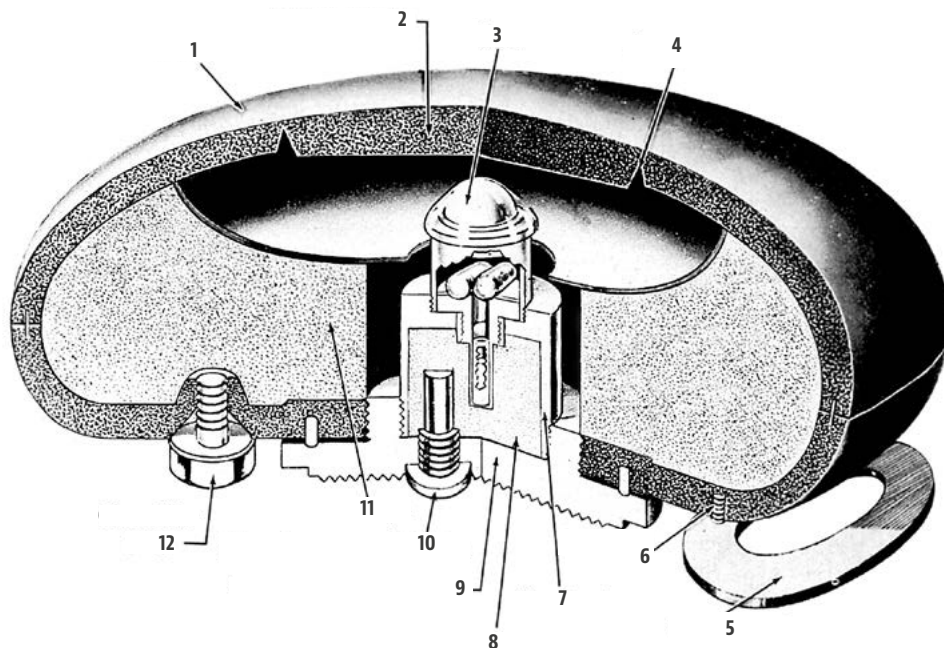
⁶ 80% ammónium-nitrát és 20% xilil felhasználásával készült robbanóanyag.

elektromágneses mezőt gerjesztett, melyet a talajban lévő fémtárgy megzavart. Az így keletkező jelet hallhatóvá tették a kezelő fülhallgatójában.

A sors iróniája, hogy a németek az akut fém- és termelési kapacitáshiány miatt ekkorra már gyakorlatilag felhagytak a fémaknák gyártásával, és áttértek a különböző anyagokból – fa, papír, üveg, kerámia, beton, műanyag, sőt, más iparágakból származó hulladék, pl. fűrészpor, kőszénkátrány stb. – készült aknák gyártására. Az anyaghiány szülte kényszerhelyzet a németek számára előnyösnek bizonyult, mivel ezeket az aknákat – többek között a Topfmine aknát (6. ábra), amelynek aknateste fűrészpor és kőszénkátrány keverékéből készült, a vegyi gyújtószerkezete pedig üvegből – az aknakeresővel már nem lehetett felderíteni.

A német anyagi készletek kimerülését jelezte az is, hogy a korábban letelepített aknamezőket felszedték, ha a várakozásukkal ellentétben „nem találkoztak” ellenséges csapatokkal, hogy aztán máshol újból felhasználják azokat. Egy ilyen munka során az amerikai felderítők azt tapasztalták, hogy a németek nagy pontossággal és nagyon gyorsan megtalálták a Topfmine aknákat a Stuttgart 43 típusú aknakeresőjükkel. A szövetségesek nem tudtak rájönni, hogyan működik ez a műszer, hiszen az aknának fémtartalma nem volt. Aztán észrevették, hogy valami köze lehet a dolognak ahhoz, hogy az ilyen aknák körül mindig homok van az aknaágyakban, és minden aknához egy zsák is tartozott, amely egy kis homokot tartalmazott. Csak néhány évvel később, amikor ezt a homokot Geiger-számlálóval ellenőrizték, vált világossá a rejtély – a németek által Tarnsand⁷ néven ismert homok enyhén radioaktív volt, és erre reagált a Stuttgart 43-as. [7; 96.]

A hadtörténészek szerint a németek tizenhat különböző típusú harcjármű és tíz különböző típusú gyalogság elleni aknát fejlesztettek ki a világháború előtt és alatt, nem számítva a nagyszámú rögtönzött és házi készítésű aknát. Mintegy 35 millió aknát telepítettek le, ami messze meghaladta a szövetsége-



1. aknatest 2. nyomólemez 3. üveg, 4. aknatest nyíródo bevégása 5. karton hordfogantyú 6. hordfogantyú üvegből készült rögzítő csavarja 7. a gyújtószerkezet és a hatásnövelő töltet fából készült tokja 8. hatásnövelő töltet 9. a gyújtószerkezet üvegből készült záró csavarja 10. a kiegészítő gyutacsfszek üvegből készült záró csavarja 11. főtöltet 12. a robbanóanyag-töltő nyílás üvegből készült záró csavarja

seik által összesen telepített aknák számát. A világháborúban az „aknarekordot” a Vörös Hadsereg állította fel, amely egyes források szerint 67 millió, mások szerint több mint 70 millió aknát telepített le a hadműveletek során, amelyekkel több mint 10 ezer német tankot és más járművet robbantottak fel. Veremejev „Utász” szakmai oldalán 15 harcjármű és 14 gyalogság elleni szovjet aknát, valamint 15 harcjármű és 18 gyalogság elleni német aknát mutat be, melyeket a II. világháború végéig fejlesztettek ki és alkalmaztak a harctereken.⁸

A fent bemutatott aknák nem véletlenül kötődtek az európai hadszíntéren küzdő államok hadseregeihez. Az Egyesült Államokban a polgárháborút követően nem alakultak ki olyan fegyveres konfliktusok, melyekben szükség lett volna ilyen műszaki harcanyagok alkalmazására. Így aztán az észak-afrikai hadszíntéren a szövetségesek oldalán 1942 novemberében partraszálló amerikai katonák itt ismerkedtek meg a német aknákkal. Tisztjeik bevallották, hogy azelőtt még képeken sem láttak ilyen eszközöket. Az Amerikai Egyesült Államokban valóban csak 1943-ban rendszeresítették az első szárazföldi aknákat. A meglehetősen gyenge M1 harcjármű elleni aknának 2,72 kg TNT

robbanóanyag-töltete volt a 303,2 mm átmérőjű, 101,6 mm magas aknatestben. Az M2A1, ugró repeszaknaként 0,18 kg robbanóanyaggal képzett repeszei legfeljebb 10 méteres távolságban okoztak súlyos sérülést, míg az M3 repeszakna 0,41 kg TNT-töltete hasonló hatásadatokkal bírt. Az M5 harcokosi elleni aknát már fémentes házban rendszeresítették, de a 254 mm átmérőjű, 152,4 mm magas aknatestben lévő 2,54 kg-os tetritol⁹- vagy TNT-töltetől még itt sem lehetett komoly pusztító hatást várni pl. a német Tigris vagy Párduc harcokosokkal szemben. [4; 51, 80, 90.]

(Folytatjuk)

6. ÁBRA. Német Topfmine B [8. 104. 87. ábra]

HIVATKOZÁSOK

- [1] A szovjet haderő ismertetése csapattest- és osztályparancsnokok részére. M. kir. Honvédelmi Minisztérium, Budapest, 1942. február.
- [2] A folyó háború tapasztalatainak összefoglaló ismertetése (Zárult 1942. XII.31.). 18. szám. A K-i harctér terepviszonyai és az ellenség méltatása. M. kir. Honvéd Vezérkar főnöke, Budapest. 52.300/18. szám, eln. 4. vkf. 1943.
- [3] FM 5-31. Land Mines and Booby Traps. War Department 1943.11.01. United States Government Printing Office, Washington, 1943.
- [4] TM 9-1940. Technical Manual – Land Mines. War Department, Washington, 1943.07.15.
- [5] E.-34 (Műsz. okt. műsz.) Műszaki oktatás a műszaki csapatok számára, 2. füzet – Robbantások I. rész. M. kir. honvédelmi minisztérium, Budapest, 1928.
- [6] Robbantástechnikai terminológia – A robbantástechnika időszéri kérdései 5. sz. füzet. OMBKE Robbantástechnikai szakbizottság kiadványa, Budapest, 1980.
- [7] Веремеєв, Юрий Георгиевич (Veremejev): Мины вчера, сегодня, завтра. Минск: Современная школа, 2008. ISBN: 978-985-513-138-1
- [8] TM 5-223C. German Mine Warfare Equipment. Department of the Army. Washington, 1952.

⁷ Feltehetőleg a német tarnen (álcáz) és a sand (homok) szavakból.

⁸ Jurij Grigorjevics Veremejev [Bepemeev] (1947–2018).

⁹ Trotil és tetril keverék robbanóanyag.

LOGISZTIKAI SZAKTECHNIKAI ESZKÖZÖK EGYKOR ÉS NAPJAINKBAN

III. RÉSZ

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

A katonák tábori viszonyok közötti hadtápellátásának biztosítására az 1960-as évek elejétől kezdtek kifejleszteni a tábori hadtápellátás szaktechnikai eszközeit, amelyek azóta többgenerációs fejlődésen mentek át. A szerző cikksorozatában feladatkörönként mutatja be a logisztikai szaktechnikai eszközöket, illetve sorra veszi a korábbi időszakokban alkalmazott, azonos feladatra rendszeresített eszköztípusokat. Az előző részben bemutatott vízszállító gépjárművek után a sorozat következő részében az élelmiszerek szállítására, tárolására szolgáló eszközök következnek.

HŰTŐGÉPKOCSIK

1. ÁBRA Csepel D-346
hűtőgépkocsi
(Forrás: Boldizsár János
archivuma)

CSEPEL D-346 ALVÁZRA TELEPÍTETT HŰTŐGÉPKOCSIK

A Csepel D-346 alvázra telepített hűtőgépkocsi tábori körülmények között is képes volt hús- és hentesáru, vala-

mint az egyéb, hűtést igénylő élelmiszerek előírt hőmérsékleten való tartására, szállítására. Felépítményének kialakítása során különösen fontos szempont volt a hőszigetelés. A jármű magassága 3180 mm volt – 160 mm-rel magasabb, mint a többi EZF (egyszerűsített zárt felépítmény) –, ezért vezetése a függesztett hűsok lengő tömege miatt körültekintést igényelt.

A felépítmény vázszerkezete négyzetes zártszelvényből hegesztéssel egymáshoz rögzített, ötvözött alumínium lemezborítással, poliuretánszigeteléssel készült. A váz egyes részeibe szükség szerint keményfa betéteket helyeztek el. A felépítményt az alvázhhoz hat kereszttartóval rögzítették. A felépítmény vázát és az alvázat üvegszövetrel erősített poliészter lap kötötte össze azért, hogy elkerüljék a fémes hővezetést. A gépkocsi kipufogórendszerét, eltérően a szokásos kivitelétől, elöl helyezték el, az első lökhárító alatt. Ezzel a megoldással is csökkenteni kívánták a felépítmény hőterhelését.

A felépítmény teteje üvegszállal erősített poliészter ráccsal készült a behorpadás megakadályozása érdekében. A belső falat műanyag bevonatú farostlemez borította. A hajlított és domborított részek falemezből és üvegszállal erősített poliészterből készültek. A külső és belső borítások között hő- és hangszigetelésre önkilóttó hungarocell, illetve PVC-fóliába csomagolt „lporka” (polisztirol szigetelő habzivacs) szigetelőanyagot alkalmaztak. A padozat 23 mm vastag fenyődeszkával borított és egymáshoz hegesztett acéllemezekből állt. A felépítmény külső, sérülés elleni védelmét szolgálták – különösen erdőben történő mozgáskor – a tető és az oldalfal találkozásánál, valamint az alsó részen kialakított ún. „dörzslécek”.

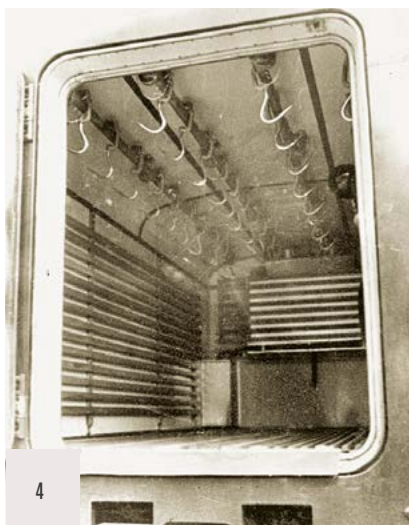
Az energiaellátás biztosítása érdekében a hűtőgépkocsit generátorral látták el. A járműbe épített generátor feszültségtartó, öngerjesztéses típusú volt, amely a gerjesztéshez szükséges energiát önmaga állította elő. A kapocsfeszültségét a terheléstől





2. ÁBRA. Generátorüzemben telepített hűtőgépkocsi nyitott csatlakozótérrel; az előtérben a segédföldelő nyárs látható [1]

3. ÁBRA. A hűtőberendezés elektromos kapcsolótáblája az életvédelmi relével [1]



4. ÁBRA. Húshorgok és az oldalfalakat védő farácsok [2]

5. ÁBRA. Külső áramforráshoz telepített kocsi nyitott kezelőtérrel [1]

függetlenül – adott százalékos pontosság mellett – a feszültségszabályozó berendezés állandó értéken tartotta minden külső beavatkozás nélkül. A beépített generátor teljesítménye 8 kW volt.

Az energiaellátást 380 V és 220 V váltakozó feszültséggel az országos villamos energiahálózatról szabványos csatlakozókkal és szükség esetén az országos villamos légvezeték-ről áramszedőkkel, az ún. „lopókkal” is biztosítani lehetett.

Az áramütés elkerülése érdekében az alvázat és a felépítményt földelő

nyárrsal, az életvédelmi relét segédföldeléssel biztosították. (2–3. ábra)

A hűtőrendszert úgy alakították ki, hogy menet közben is tudjon hűtést végezni. A felépítmény mindkét oldalán 40 db húshoroggal szerelt állványrendszert alakítottak ki, amelyen tőkehúsokat (félsertés, negyed marha), a padozaton húsos ládákból darabolt hússokat, egyéb húskészítményeket, hentesárukat lehetett tárolni, szállítani. A húshorgok hosszirányban rögzíthetők voltak. (5. ábra)

A belső tér mélyhűtő- és tárolóterét hőszigetelt fallal választották el. A két

térben azonos időben különböző hőmérséklet volt elérhető. A tárolótérben +30 °C külső hőmérséklet esetén -18 °C, -20 °C esetén +10 °C, a mélyhűtőtérben +30 °C külső hőmérséklet esetén -20 °C volt biztosítható. A hűtést UR-90W típusú, Esserwis gyártmányú hűtőgép végezte Freon-12 hűtőközeggel. A hűtőberendezés teljesítménye 2000 kcal/óra volt.

A mélyhűtőtérben 64 db hőakkumulátor fagyasztására volt lehetőség a hűtőládák részére. A szállítótér oldalfalait faráccsal védték a sérülésektől. A függesztett hússok kötél-



6.

6. ÁBRA. A PM-30-2 típusú tábori vágóhid hűtő pótkocsija a), a vágóhid telepítése c) és a munkavégzés b) [2]

lel oldalirányban rögzíthetők voltak. A szállítótér mennyezete maximum 1,5 t-ig volt terhelhető, a padozaton 2 t volt a szállítható mennyiség, de a jármű összerhelése nem haladhatta meg a 2 tonnát.

7. ÁBRA. A ZIL-130G hűtőgépkocsi előlnézeti képe [2]

A gépes hűtőkocsik mellett kisebb számban hűtő pótkocsikat is alkalmaztak, pl. a tábori vágóhidaknál. A hűtésüket külön telepített hűtőtorny végezte. (6. ábra)

8. ÁBRA. A hűtőkonténer nyitott hátsó ajtóval [2]

A hűtőgépkocsi 1965-ös rendszerbe állítása után 30 évig, 1995-ig szolgálta a csapatokat. Üzemeltetése jól

kiképzett kezelőket, karbantartása speciális végzettségű szerelőket igényelt. A D-346 alvázra telepített szaktechnikai eszközök egy részénél – azok leváltása érdekében – a felépítményeket ZIL-130G közúti tehergépkocsi alvázára építették át. Az erre készített felépítmények nagyobb tárolókapacitással rendelkeztek, de a gépkocsik nem voltak terepjárók. Mivel a felépítmény igen magas volt, a jármű körültekintő vezetést igényelt, különösen a nem szilárd burkolatú utakon. [1]

ZIL-130G ALVÁZON TELEPÍTETT KONTÉNERES HŰTŐGÉPKOCSI

A közúti alváz gépjármű felépítménye hús- és hentesáru hűtött, mélyhűtött állapotú, az élelmiszerhigiéniai követelményeknek megfelelő szállítására, tárolására, valamint a hűtőládák hőakkumulátorainak lefagyasztására szolgált (7–8. ábra).

Az ISO 1D 10 lábaskonténer-jellegű felépítményt a hordozóalvához megfelelő átalakítással lehetett rögzíteni. A felépítmény acélváz-szerkezetű, kívül bordás alumínium, belül poliészter lemez a burkolata. A burkolatok között helyileg habosított poliuretánhab-szigetelést alkalmaztak.

A felépítmény belső tere két részre osztott: a nagyobbik a rakodótér, a kisebbik a mélyhűtőtér. A 17 m³ nagyságú rakodótérben a mennyezethez rögzítetten 5 db húshorogsín található, amelyek rozsdamentes acélból készültek, rajtuk 60 db görgős húshorgot helyeztek el. A horgok a hosszirányú elmozdulás ellen tuskékkal rögzíthetők. A mélyhűtőtér 0,58 m³ térfogatú, benne rácsos állvány található, ide lehet betenni a hűtőládákban használt 80 db hőakkumulátort. (9–10. ábra)

A rakodótérben és a mélyhűtőtérben egymástól függetlenül különbö-





9.

ző hőmérsékletet lehetett biztosítani. A rakodótérben elérhető legkisebb hőmérséklet $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$, a mélyhűtő térben $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. A szállítótérben 3800 kg, függesztett szállításnál 3000 kg tömegű áru volt szállítható.

A menetirány szerinti bal oldalon lévő málhatérben található a hűtőgép üzemanyagtartálya, elektromos működésű tápszivattyúja, a hálózati kábel a dobbal és egyéb tartozékok.

A felépítmény mellő falára szerelték a két SÜTRAK TKB/ET 80 típusú kompresszoros hűtőgépet. Ez egyaránt üzemeltethető mozgás közben és álló helyzetben. Mozgás közben saját benzinmotorja adja a meghajtást, míg álló helyzetben csatlakoztatni lehetett az országos elektromos rendszer hálózatához, de működhetett saját motorjáról is. A hűtőgépet az eddig említett bármely helyzetben lehetett használni automatikus, illetve kézi vezérléssel is. Automata üzemmódban a

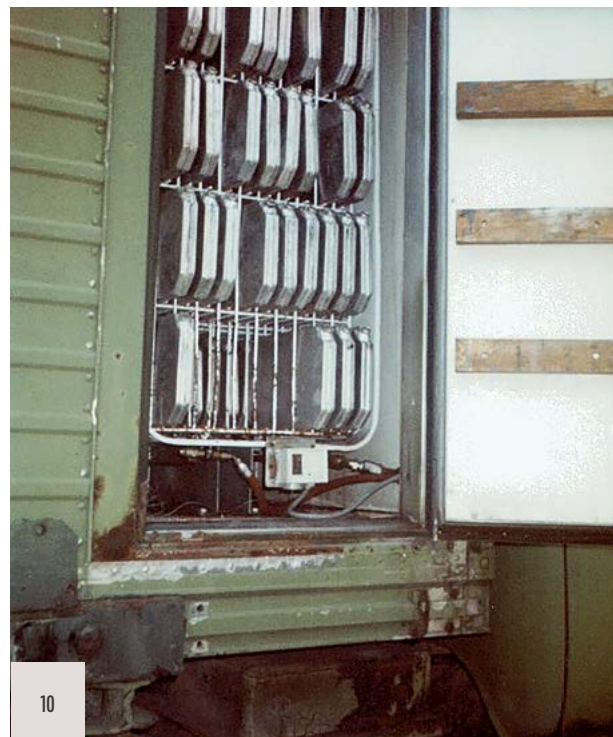
termosztátok beállított hőfokai szerint működött.

Az országos energiahálózatról történő üzemeltetésnél a járművet itt is földelni kellett az áramütések elkerülése érdekében. A jármű vasúti szállítása csak leemelt felépítménnyel volt lehetséges. Az eszköz kezelése, vezetése nagy figyelmet és felkészítést igényelt. [2]

RÁBA H25 8 TONNÁS KONTÉNERES HŰTŐGÉPKOCSI

A végleges hűtőgépkocsi-változat kialakítását a korábbi üzemeltetési, valamint egy kísérleti járművön szerzett tapasztalatok felhasználásával érték el. A D-566-os alvázra egy db felépítményt készítettek. (11. ábra)

A korszerű és megfelelő terepjáró képességgel rendelkező negyedik generációs hűtőgépkocsit a RÁBA H25.206 DAE-008 típusú alvázon alakították ki. Az alváz paraméterei a víz-



10

szállító gépjárműveknél ismertetett jelölések szerintiek.¹

A hús- és hentesáru hűtött állapotú, az élelmiszerhigiéniai követelményeknek megfelelő szállítása, tárolása, valamint a hűtőládák hőakkumulátorainak lehűtése a korszerű kivitelű RÁBA alvázon valósult meg. (12. ábra)

A felépítmény az MSZ ISO 668 szerinti (20 láb méretű 1CC), CSC-táblával² ellátott szabványos acélkonténer. Az áru rakodását a raktér teljes szelvényében, 270° -ban nyíló, kétszárnyú hátsó ajtók biztosítják. Az ajtók csuklópántjai duplák, külső szerelésű

9. ÁBRA. A mennyezeten lévő hűshorgok és levegőterelő csatornák [2]

10. ÁBRA. Nyitott mélyhűtőtér a hőakkumulátorokkal [2]



11. ÁBRA. CSD-566 alvázra épített kísérleti hűtőgépkocsi (Fotó: Farkas Zoltán)



12. ÁBRA. A RÁBA H25.206 DAE-008 8 tonnás, konténeres hűtőgépkocsi (Fotó: Farkas Zoltán)

¹ Farkas Zoltán: Logisztikai szaktechnikai eszközök egykor és napjainkban II. rész. Haditechnika 2025/4. 18. o. <https://doi.org/10.23713/HT.59.4.03>

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

TANULMÁNYOK

13. ÁBRA. Polcrendszer a hűtőakkumulátorok számára és a sín pályák a horgokkal [3]

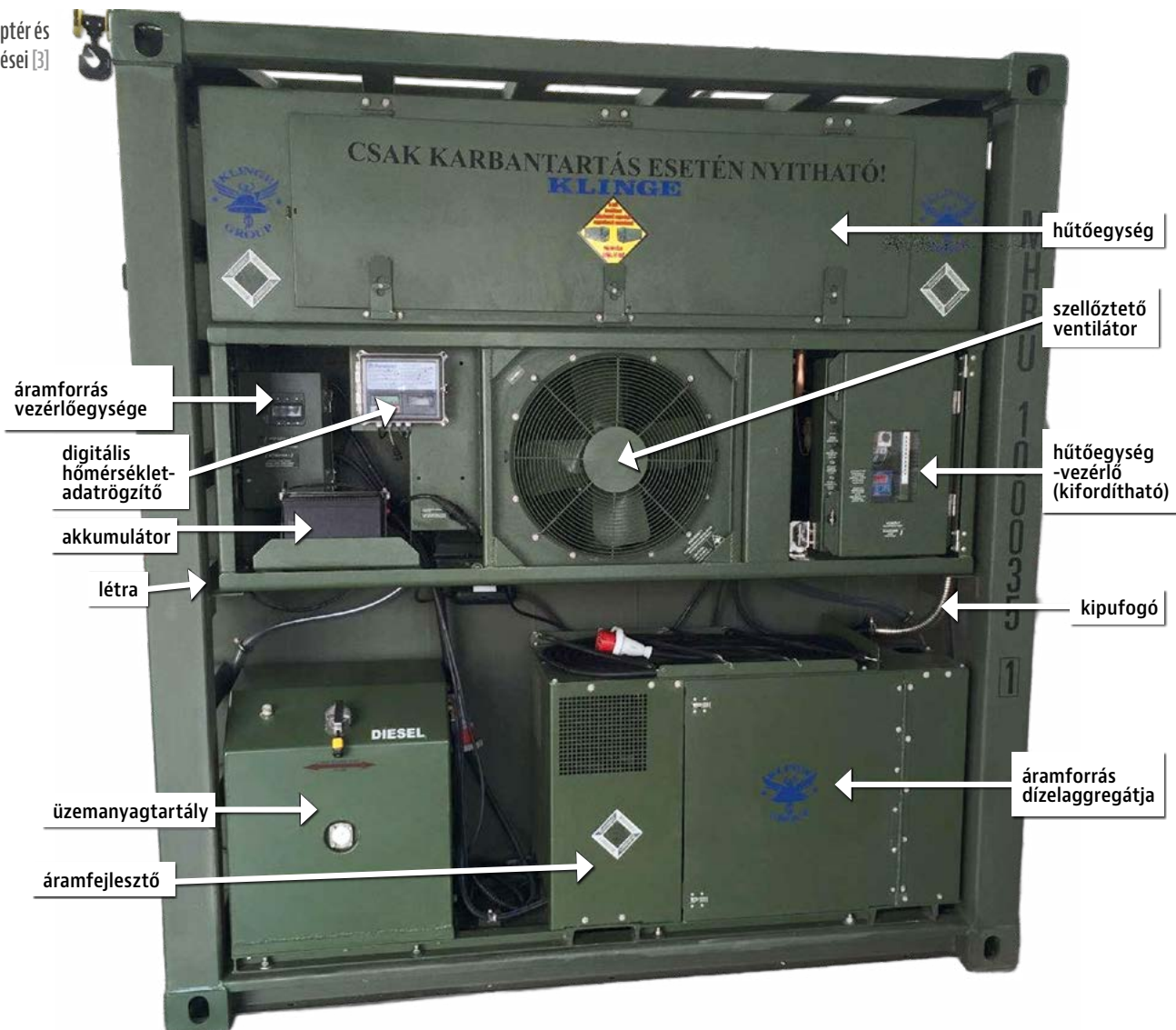


rúdzárral, lakattal zárhatók, melyek megfelelnek a vonatkozó ISO-szabványoknak. A hűtőkonténer összességében 5 tonna gyorsan romló élelmiszer, ezen belül 2 tonna függesztett húsáru

szállítására és tárolására alkalmas, szabályozott és regisztrált hőfokon. Az alkalmazott hűtő-fűtő készülék a jármű hálózatától független mobil üzemeltetést biztosít.

A konténer belső kialakítása megfelel az ÁNTSZ (Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat, jelenleg Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ), valamint az EU élelmiszeripari előírásainak. Mosható padló- és falburkolata vízmentesen illeszkedik. A 2 tonna függesztett húsáru szállításához a mennyezetén 2 db rozsdamentes kivitelű sín pályát alakítottak ki, sín pályánként 13-13 duplaszárnyú húshoroggal ellátva. A horgok kívánt helyzetének rögzítése rozsdamentes láncok segítségével történik, a függesztett áru lengését a tárolópolcok között elhelyezett rozsdamentes rudazat korlátozza. A húshorgok a sín pálya teljes hosszában a rajtuk kialakított görgők segítségével mozgathatók. A használaton kívüli húshorogokat a legutolsó húshoroghoz a konténer hátsó részén lehet rögzíteni, egy rozsdamentes lánc segítségével. A többi használaton kívüli húshorog pedig szintén rozsdamentes

14. ÁBRA. A géptér és berendezései [3]



lánccal egymáshoz kapcsolható. Egy húshorog teherbírása 100 kg. A sín-pályák egyenkénti terhelhetősége 1300 kg. A függesztett áru lengésének korlátozását 5 db rozsdamentes rakományrögzítő (lengésgátló) rúd alkalmazása biztosítja. A rudak szabadon áthelyezhetők a polcelemek oszlopai között attól függően, hogy mekkora mennyiségű függesztett húsrút szállítanak. A megengedett padlóterhelés 8000 kg.

A konténer belsejében a hátfal előtt, a polcsorok között, a jobb és a bal oldalon két egyforma egységből álló, acélvázaz polcrendszerrel építettek be. A polcegységen belül 80 db tárolósín található. A konténer belső homlokfalán középen alakították ki a 80 db hűtőakkumulátor fogadására alkalmas rácsos tárolószekrényt. (13. ábra)

A hűtőakkumulátorok szállítás közbeni elmozdulását a polcelemek szerkezeti kialakítása akadályozza meg. Egy egységen belül 28 db polc található, egy polcelem 42 kg megoszló tömeggel terhelhető.

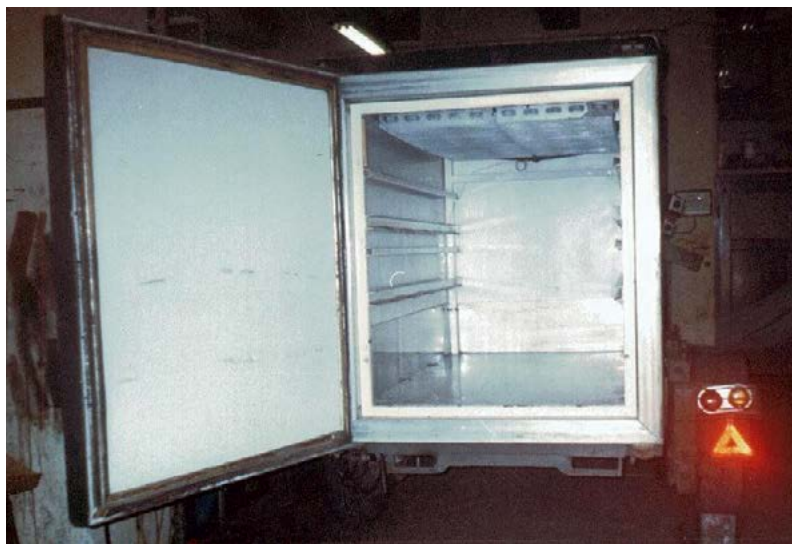
A konténer belső terében jobb és bal oldalon két egyforma egységből álló acélvázaz tárolóállványzatú polcrendszerrel építettek be, melyek oldalanként biztosítják 28-28 db II. osztályú hússzláda rögzített elhelyezését. A szállítható hússzládák 600 mm hosszúak, 400 mm szélesek, 240 mm magasságúak és 40 kg-mal terhelhetők.

A polcváz felső részén rögzítettek egy kb. 1 méter hosszúságú rozsdamentes láncot horoggal, amelynek a segítségével a tisztítóajtó felnyitható és nyitott állapotban rögzíthető.

A hátsó ajtó elé teljes keresztmetszetében (lamellánként 3 mm vastag, 200 mm széles) víztiszta PVC-ből készült hővédő függönyt szereltek. A függönyt csavarokkal fixen rögzítették a konténer vázszerkezetéhez. (14. ábra)

Járművön történő szállításkor, a konténerbe való bejutáshoz 1 db rozsdamentes acélból készült, bal oldalán behajtható korláttal készült létra szolgál.

A hűtőrendszer 380/480 V feszültségű, 3 fázisú villamos energiával működik, melyet csatlakoztatni lehet külső áramforráshoz vagy az országos hálózathoz is. A rendszer vezérlőáramköre 20/24 V. A géptér felső részén helyezték el a hűtőegységet, az



15. ÁBRA. A hűtőutánfutó hűtőtere [2]

elektromos kezelőegységet és annak vezérlését. Az NMR-271 típusú hűtőegység kompresszorból, illetve elpárologtató- és kondenzátoregységből álló rendszere -29°C -tól $+29^{\circ}\text{C}$ -ig automatikusan tartja a hőmérsékletet hűtő-, fűtő- vagy fagyasztóciklusokban. Egyes típusoknál alkalmaznak Thermo King SDZ-50 MAX típusú hűtőaggregátort is.

A konténer hőmérsékletének szabályozását mikroprocesszorral ellátott termosztát végzi. A konténer belső terében vészjelzőkapcsolót építettek be, hogy a hűtőtérben véletlenül benmaradt személy segítséget kérhessen. Az önálló áramellátást a beépített dízelüzemű áramforrás-aggregátor biztosítja.

A hűtőkonténer a hordozójárműről leemelve telepíthető stabil használatra vagy a szükséges karbantartások elvégzésére.

A hűtőgépkocsi-felépítmény és a kenyérszállító felépítmény hűtőrendszere azonos, a belső elrendezést a feladatnak megfelelően alakítják ki. [2]

500 KG-OS HŰTŐUTÁNFUTÓ

Az önálló tevékenységet folytató zászlóaljak (alegységek) személyi állománya részére a napi húsadag és egyéb hűtendő élelmiszer szállítására és tárolására szolgál. A hazai tervezésű és gyártású hűtőutánfutó a 69M mozgókonyha alvázára szerelt, hűtőgéppel és áramforrás-aggregátorral ellátott, hőszigetelt felépítményből áll. A felépítmény egy zártszelvényből készített „bölcső”, amelyet úgy rögzítettek az alvázhhoz, hogy az leemelhető legyen.

Telepítéskor annak jobb sarkánál van a hátsó támasztóláb. Vontatva, vasúton és légi úton egyaránt szállítható.

A felépítmény külső-melső falán helyezték el az aggregátorszekrényt. Ennek alsó felében az áramfejlesztő, felső felében a hűtőaggregátor került. A hűtőberendezés egyaránt működtethető az áramforrás-aggregátorról és az országos elektromos hálózatról is. Mozgás közben a hűtőgép nem üzemeltethető. A poliuretánhabbal szigetelt hűtőtér $3,39\text{ m}^3$ térfogatú, melyben a 40 literes műanyag húsládákból 18-24 db, vagy a rozsdamentes 180 literes tárolótepsiből 2 db helyezhető el. A FAK 1,1 típusú hűtőaggregátor hűtőteljesítménye 1100 kcal/óra . (17. ábra)

Az áramforrás-aggregátor BA 4/2,5-3/1 típusú, benzinüzemű, az aszinkron-generator 4 kW teljesítményű, $3 \times 380\text{ V}$ feszültség előállítására képes berendezés. [2]

(Folytatjuk)

HIVATKOZÁSOK

- [1] Boldizsár János Tibor: Csepel D-350, D-352 honvédségi és polgári tehergépkocsik (1949-1960). A Magyar Hadi-és Gépjárműtechnikai Közhasznú Alapítvány kiadványa 2007.
- [2] Összefoglaló műszaki ismertető és adattár a tábori élelmezési technikai eszközökről és felszerelésekről. MH Szárazföldi Parancsnokság, Logisztikai Műveleti Főnökség 2006.
- [3] Kezelési és karbantartási utasítás HÜSSZÁLLÍTÓ (SS2WN6-B-1) és KENYÉRSZÁLLÍTÓ (SS2WN6-B-2) hűtőkonténerhez (RÁBA 25 alváza szerelt). Honvédelmi Minisztérium Fegyverzeti és Hadbiztosági Hivatal kiadványa 2012.
- [4] Boldizsár János Tibor: Csepel D-344, D-346 honvédségi tehergépkocsik (1957-1975). A Magyar Hadi-és Gépjárműtechnikai Közhasznú Alapítvány kiadványa 2006.

1. ÁBRA. Közelkép az arapaima (*Arapaima gigas*) hal pikkelyeiről, amelyek ellenálló képességét a Bouligand-struktúra erősíti (Forrás: Shutterstock)

BUJTOR LÁSZLÓ* – REZSABEK NÁNDOR**

BOULIGAND-STRUKTÚRA A VÉDELMI IPARBAN

TERMÉSZETINSPIRÁLT STRUKTÚRÁK HADIIPARI ALKALMAZÁSAI

Összefoglalás: A bioinspirált szerkezetek közé tartozó Bouligand-struktúra (helikális, csavartfurnérlemez-mintázat) különleges előnyökhöz juttatja alkalmazóit az állat- és növényvilágban. A kutatása során szerzett ismeretek megjelennek a polgári repülőgépiparban, de alkalmazási területei továbbra mutatnak, és a védelmi ipar valamennyi területére kiterjednek (testpáncélok, kerek és lánctalpas járművek, merev és forgószárnyas repülőeszközök). A struktúrát Európában fedezték fel, ám alkalmazott ipari kutatásában 2005 óta Kína vezet, komoly lemaradásba hozva a világ többi részét.

Kulcsszavak: Bouligand-struktúra, bioinspirált szerkezetek, mechanikai ellenállás, helikális csavartfurnérlemez-mintázat, természetes bőrpáncél, additív gyártástechnológia

Abstract: The Bouligand structure (helical, twisted plywood pattern) belongs to the bio-inspired constructions providing advantages to its applicants in the animal and plant world. Knowledge based on their research appeared in the civil aviation industry; however, the application is far beyond it. It covers all the fields of defence industry (body armours, wheeled and caterpillar vehicles, fixed winged and rotorcraft planes). The structure was discovered in Europe, but since 2005 China became the leader in the field of industrial applied research causing serious backlog to the rest of the world.

Keywords: Bouligand structure, bio-inspired structures, mechanical resistance, helicoidal twisted plywood pattern, natural dermal armour, additive manufacturing

* PhD, tanszékvezető egyetemi docens, Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, TTK, Földrajz és Környezettudományi Intézet. ORCID: 0000-0001-9699-7711

** MSc, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola, doktorandusz. ORCID: 0009-0002-4885-4438

BEVEZETÉS

Az ízeltlábúak jelenleg Földünk legalkalozdagabb és legnagyobb fajszámú élőlénycsoportját alkotják. A legelfogadottabb becslések szerint [1] bolygónkon jelenleg 5–10 millió ízeltlábú faj élhet. Ezek közül 1 215 000 fajt írtak le tudományos igénnyel. [2] Az ízeltlábúak kiemelkedő sikerének titka sokrétű, fontos szerepet játszik benne változatos testfelépítésük, külső, kitines vázuk, alkalmazkodóképességük, gyors szaporodási ciklusuk, reprodukív stratégiájuk [3] és

testük rugalmas alapszerkezete, „body plan”-je. A külső, kitines váz nemcsak összetartja, védi, és merevíti az állatot, hanem különleges, összetett belső szerkezettel is rendelkezik. [4] A kitines külső váz mikroszkopikus vizsgálata korán, már a múlt század elején megkezdődött [5], és különleges hiperszerkezete is csaknem 70 éve ismert. [6] A bonyolult, lamelláris felépítés, illetve a lamellák között furcsa, azokat metsző struktúrák magyarázatára azonban várni kellett egészen a pásztázó elektronmik-

roszkópos (Scanning Electron Microscope – SEM) technika megjelenéséig. A technika birtokában sokkal részletesebben tárult fel az ízeltlábúak kitines külső vázának felépítése. Elsők között a rákfélék (*Crustacea*) exoskeletonjának vizsgálatára összpontosítottak a kutatók, hiszen régóta ismert, hogy a rákfélék a vedlés után nem sokkal már képesek táplálkozni, prédát ejteni és azt feldarabolni. Ez azért figyelemre méltó, mert a vedlés utáni puha, ásványi anyaggal még nem teljesen megerősített rákolló képes egyéb, ugyancsak meszes vázú élőlény (akár puhatestűek, akár rákfélék) kemény páncélját áttörni, összeűzni úgy, hogy a gazdaállatnak ez nem okoz sérülést vagy az ollók törését.

A vizsgálatok során a francia Yves Bouligand [7] tárta fel és adott magyarázatot a különleges hiperszerkezet valódi természetére: a kitines váz lamellás rétegeiben az állat által kiválasztott szerves kollagén irányítottan helyezkedik el, és ezen irányított elhelyezkedésű rétegekben-csővecskékben (vagy azok körül és között) irányítottan nő és alakul ki a szerves anyag, ami legtöbbször kalcitkristályok formájában jelenik meg. Az irányítottság azt jelenti, hogy minden rétegben a kollagén rostok iránya né-

hány fokkal (5–30° között) elfordul az alatta elhelyezkedőhöz képest, és az egyes rétegek mintegy spirálalokban forognak a váz felszínére merőleges orientációban, jellegzetes, helikális rétegrendet hozva létre. (2. ábra) Bármely metszetben vizsgáljuk a kitines vázat, ugyanazt fogjuk látni: jellegzetes, ritmusosan ismétlődő struktúrát, amelyek makroszkopikusan párhuzamos lamelláknak tűnnek és mintha parabolához hasonló ívelt szerkezetet mutatnának. Bouligand kiválóságát és felismerésének úttörő voltát mutatja, hogy évekkel később is voltak, akik az egymáshoz képest elforduló rétegek által virtuálisan létrehozott parabolikus leképezést valódi, hajlott lamellaként magyarázták. [8] Yves Bouligand fejtette meg tehát az enigmatikus struktúrát, és ezzel beláthatatlan távlatokat nyitott, melyek messze túlmutatnak a biológián.

BOULIGAND-STRUKTÚRÁK A TERMÉSZETBEN

A 3,5 kg tömeget is elérő mangrove-rák (*Scylla serrata*) ollójának hossza elérheti a 15 cm-t. Ollóinak belső, igénybevételnek leginkább kitett részein zápfoghoz hasonló képletek találhatóak, melyek szinte mindent összeroppantanak, amit harapófogóba vesznek. Kimutatták [9], hogy ezeknek a törőgumóknak a külső élein, azaz a koronarégióban megjelenik a Bouli-

gand-struktúra, ami extra erősséget ad az ollónak.

A rákok egy másik csoportjánál, a sáskarákok közé tartozó sekélytengeri pisztolyráknál (*Odontodactylus scyllarus*) immár nem az ollóban, hanem az egyik módosult lábban mutatták ki a Bouligand-struktúra jelenlétét. [10] Az állat torszervényének második pár függeléke úgy módosult, hogy annak vége furkósbot- vagy dobverőszerűen megvastagodott. A függelék mozgása eléri a 23 m/s sebességet és a 104 m/s² gyorsulást, mellyel kavitációs buborékokat gerjeszt. [11] Ezek a rákok az ütőerő mellett a robbanásszerű lökéshullámokkal szedik áldozataikat, amivel a saját méretüknél (mindössze 10 cm) tízszer nagyobb prédát is el tudnak ejteni. Rendkívül hatékony fegyverük ütőfelületét ugyancsak Bouligand-struktúra teszi ellenállóvá.

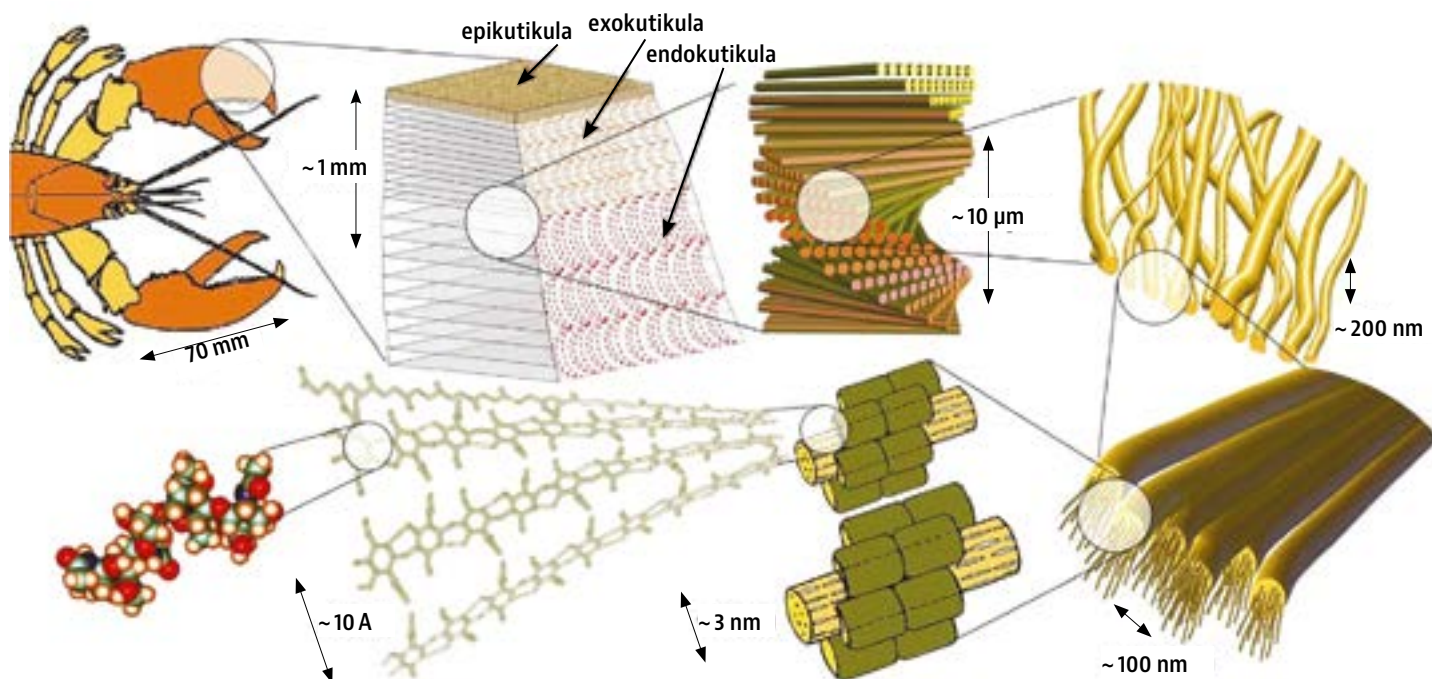
A hangyák körében az ázsiai pattanóhangya (*Odontomachus monticola*) rendelkezik a leggyorsabb támadó függelékkel. Rágóikat nagy erővel és figyelemre méltó gyorsasággal csatintják össze. Ám ez mit sem érne a megfelelően ellenálló felület nélkül. Kimutatták, hogy ezek a hangyák nem egyszerűen a Bouligand-féle helikálisan forgó rétegeket alkalmazzák, hanem annál egy fokkal bonyolultabbat: a lamelláris rétegek nem sima felületek, hanem azokon szinuszhullám-szerű, kétdimenziós kiemelkedések-be-

mélyedések futnak végig az egész felületen. [12]

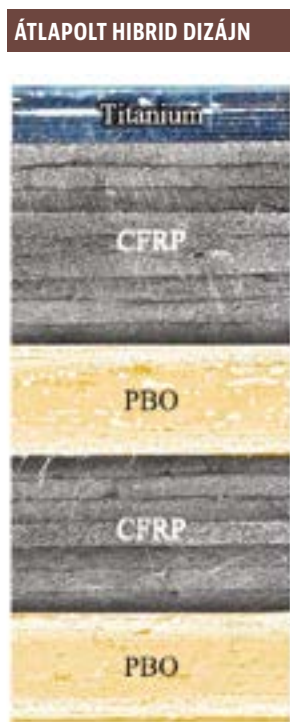
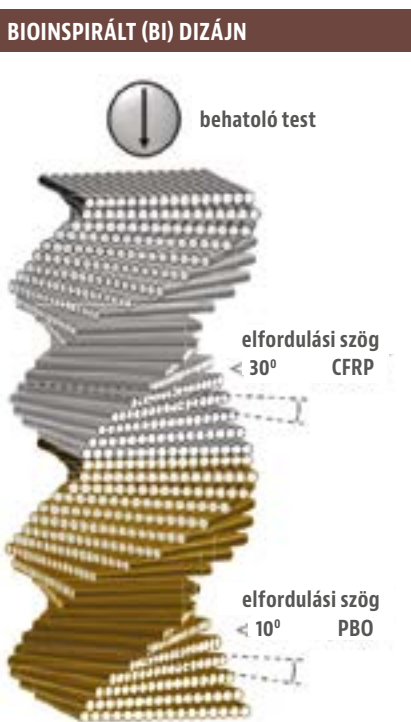
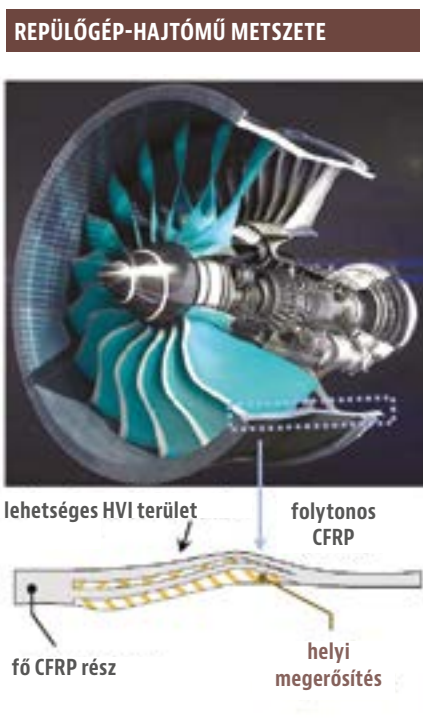
Természetesen nemcsak az ízeltlábúak körében találjuk meg a Bouligand-struktúrát. Az Amazonas-folyamban élő arapaima (*Arapaima gigas*) esetében is megjelenik. (1. ábra) Ez a hatalmas, olykor 3 méter hosszúságúra megnövő hal dacol az Amazonas rettegett ragadozóival, a piranhákkal, ami ismét a Bouligand-struktúrának köszönhető: a természet jelenleg ismert legkeményebb szerves anyagával ugyanis az arapaima rendelkezik. Pikkelyeinek külső felszínéhez közel ismét csak a Bouligand-struktúra erősíti az egyébként is igen kemény pikkely mechanikai ellenállóképességét. Ám az arapaimának van egy másik trükkje is: pikkelyei átfedésben borítják testét, s olykor nem is kettős, hanem három pikkely fed át egymást. Ezek olyan, háromrétgű flexibilis testpáncélt alkotnak [13][14], amiről máshol nem tudunk a természetben.

A mélytengerekben él az – egyébként élő kőületnek számító – bojtosúszós hal (*Latimeria chalumnae*), mely ugyancsak nagyra nő és sokáig él: testhossza eléri a 2,2 métert, és akár 48 évig él. [15] A különféle cápafajok kedvelt zsákmányállata. Passzív védelmi rendszerében (pikkelyeiben) természetesen ott van a Bouligand-struktúra, ám ezúttal annak különleges változata, az úgynevezett kettős

2. ÁBRA. A *Homarus americanus* (amerikai homár) ollójának keresztmetszete az összetett, szerves és szervetlen anyagból felépülő hiperszerkezettel. Az 1 mm-es felbontású ábrarészleten körrel jelölt kiemelésből felnagyított 10 mikronos ábra mutatja be a Bouligand-struktúrát, majd annak egyre nagyobb felbontásban ábrázolt hiperszerkezetét (A szerzők szerkesztése a [45; fig. 1] alapján az © Elsevier B.V. engedélyével)



3. ÁBRA. A Bouligand-struktúra első nyilvános ipari alkalmazása Rolls-Royce repülőgép-hajtómű kompresszorházában. A hajtómű héjálásában alkalmazott összetett, változó elfordulásszögű, kompozit CFRP és PBO szerkezet anyagfajtánként eltérő forgási szöggel gyártott rétegeket tartalmaz. A rétegrend függőleges tengelye és a Bouligand-struktúra helikális tengelyei egybeesnek (A szerzők szerkesztése a [19; fig. 1] alapján az © Elsevier B.V. engedélyével)



Bouligand-struktúra jelenik meg [16], amelyben két helikális Bouligand-rétegrend szuperonálódik, mégpedig úgy, hogy nem egy-egy réteg fordul el egymás fölött meghatározott szöggel, hanem kettesével helyezkednek el az elforduló rétegek, melyek egymáshoz képest 90°-kal elfordulva, párosával végzik a helikális forgást az állat kultakájára merőlegesen.

A növényvilágban szintén ismert a Bouligand-struktúra: az afrikai márványbogyó (*Pollia condensata*) nevű növény termésének héjában található meg a helikális struktúra. Meghökkenítő módon itt nem a szilárdítás vagy a mechanikai ellenállóképesség fokozása érdekében jelenik meg ez a szerkezet, hanem azért, hogy a Bragg-reflexió révén strukturális (irizáló sötétkék) szint hozzon létre. [17]

Egy utolsó példával zárjuk az áttekintést: mi, emberek sem vagyunk kivételek. Az emberi fog cementanyagában is kimutatták a Bouligand-struktúra jelenlétét [18], mely a mi testünkben fogaink ellenállóképességének növelésében játszik szerepet.

Általános, egymástól igen távoli élőlénycsoportokban találjuk meg tehát az egymás fölött spirál alakban elforduló (helikális) rétegekből álló szerkezetet, a Bouligand-struktúrát. Az anyagszerkezeti kutatások a 2000-es években gyorsultak fel, de az igazi

áttörés és az első tényleges ipari alkalmazás megjelenésére csaknem negyedszázadot kellett várni.

A BOULIGAND-STRUKTÚRA AZ IPARBAN

A Bouligand-struktúra első, nem kísérleti jellegű, hanem ipari bevezetés előtt álló termékfejlesztését a Rolls-Royce cég által gyártott repülőgép-hajtómű burkolatában történő alkalmazással jelentették be. [19]. Régóta ismert, hogy a repülőgép-balesetek jelentős részében a madárral történő ütközés nagy szerepet játszik, és ez a kiszámíthatatlan jelenség kivédhetetlen kockázati tényezőt jelent. Mivel aktív védelmi megoldások nincsenek (vagy nem teljeskörűek), a mérnökök figyelme a passzív védelmi megoldások felé fordult. A madárral történő ütközéses baleseteknél nemcsak a rotor- vagy kompresszorlapátokba csapódó madártest által előidézett rombolás okozhat fatális sérülést a hajtóműben/rotorban, hanem a hajtómű bármely részéhez történő nekicsapódás is komoly károkat okoz. A Rolls-Royce által kifejlesztett megoldás (3. ábra) a világon először alkalmazza a Bouligand-struktúrát repülőgép-hajtómű esetében a burkolat ellenállóképességének megerősítésére. [19] A különlegesen összetett, többszörösen hierarchikus szerkezetet

CFRP (Carbon Fibre-Reinforced Polymer – karbonszál-erősítésű polimer) és PBO anyagok (P-fenilén-2,6-benzobisoxazole vagy Zylon fiber, az ember által 1980-as években előállított legerősebb műszál) szendvicsszerkezetű összeépítésével és azokon belül a Bouligand-hoz hasonló hierarchikus struktúra alkalmazásával valósították meg [20], amihez egy modern, rohamosan fejlődő eljárást, az additív gyártástechnológiát alkalmazták. [21]

VÉDELMI IPARI FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGEK

A jelenleg nyilvánosan is hozzáférhető információk alapján tehát a Bouligand-struktúra alkalmazása már létezik a fejlett gyártástechnológiában, sőt sikeres kísérleti alkalmazáson van túl a polgári repülőgépiparban. Biztosak lehetünk abban, hogy haditechnikai alkalmazása is létezik, még ha az nem is nyilvános. Ugyanis a Bouligand-struktúra figyelemre méltó mechanikai tulajdonságokkal rendelkezik [22] az alkalmazása során:

1. a CFRP anyagban 27%-kal nagyobb energiaelnyelés érhető el a becsapódáskor, mint struktúra nélküli polimerben;
2. 54–83%-kal nagyobb hajlítási szilárdságot és becsapódás utáni szilárdságot értek el üvegszálalás epoxi-gyanta kompozitokban, mint a struktúra

nélküli, avagy standard kompozit mintákban;

3. kis méretű lövedék behatolása esetén 33–87%-kal nagyobb energiaelnyelés érhető el CFRP, kevlar és endumax (nagy teljesítményű, aramid-alapú UHMWPE-szál – Ultra-High-Molecular-Weight Polyethylene, azaz ultranagy molekulásúlyú polietilén) kompozitokban, mint a struktúra nélküli standard vagy izotróp mintákban; [23]

4. a Bouligand-struktúra alkalmazása során az elfordulási szög jelentős hatással van az energiaelnyelés mértékére. Általános tapasztalat [22][23], hogy a kis elfordulási szögű ($5^\circ < \alpha < 20^\circ$) helikális struktúra jobb teljesítményt nyújt, mint a nagy elfordulási szögű struktúrák;

5. lövedék becsapódása esetén a legnagyobb energiaelnyelés az összetett, Bouligand-féle helikális és keresztezett rétegrend kialakításával érhető el – függetlenül az alkalmazott kompozit anyagától. [10][19][21]

A Bouligand-struktúra védelmi ipari felhasználásának szinte végtelen lehetősége van, ezeket az alábbiak szerint lehet csoportosítani:

- személyi védelmi eszközök (testpáncél, sisak);
- harcjárművek páncélvédelme;
- merev szárnyú repülőgépek sárkányszerkezetének megerősítése;
- forgószárnyas repülőgépek rotorlapátainak védelme;
- hajótestek héjalásának védelme.

SZEMÉLYI VÉDELMI ESZKÖZÖK

A személyi védelmi eszközök között első helyen a flexibilis testpáncélok van jelentősége és kiemelt szerepe. Megjegyezzük, hogy a természetben 380 millió évvel ezelőtt, a devon időszaki páncélosalaknál (*Placodermi*) jelent meg először a védőpáncél. [24] A páncélok fejlesztése jelenleg több szálon fut, különböző bioinspirált megoldások felhasználásával is (3. ábra):

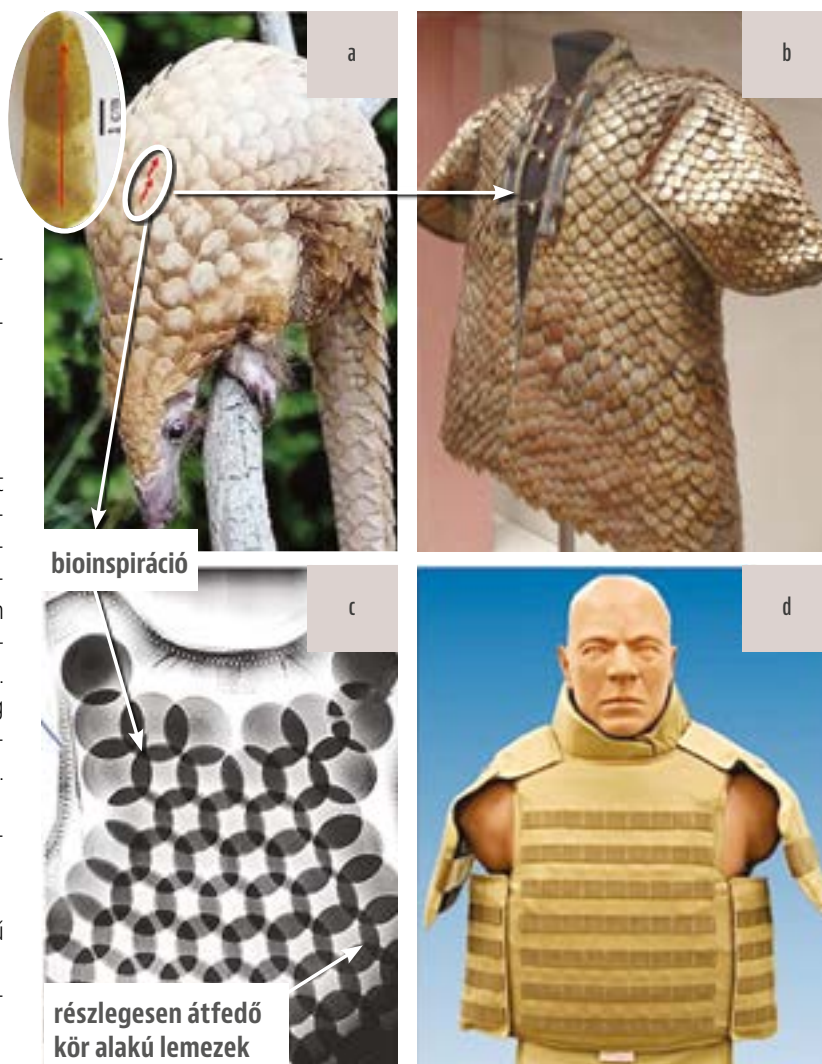
- mikrostrukturált elasmoid pikkelypáncél [25]
- szintetikus „halbőr” [26]
- kerámiapikkely borítású, kétrétegű flexibilis anyag [27]
- arapaima inspirálta flexibilis kerámiapikkely páncél [28]
- sárkánybőrpáncél [29]

HARCJÁRMŰVEK PÁNCÉLVÉDELME

Az I. világháború elején gyártott harckocsik páncélzata még csak 8–14 mm vastag acél páncélemezekből állt. Az 1930-as években páncélzatuk vastagsága még mindig ritkán haladta meg a 15 mm-t, ám egyre jobb minőségű, egyre nagyobb Brinell keménységi számmal (Brinell Hardness Number – BHN) jellemezhető páncélt alkalmaztak. A II. világháború kitörésével a helyzet megváltozott, az 1941-es szovjet KV harckocsi frontpáncélja már 75 mm vastag volt, majd a páncélzat vastagsága megállíthatatlanul nőtt. Az 1944-ben gyártott Tigris II frontpáncélja 150 mm, míg toronypáncélja már 185 mm vastag volt. A háború végén a Jagdtiger frontpáncélja már 250 mm vastag volt, és a páncélvadász tömege elérte a 71,7 tonnát. Ezt követően új anyagok jelentek meg a harckocsiépítésben, mint a szendvics- vagy kompozitszerkezetek. Mindenesetre érdekes, hogy a Bouligand-struktúra tulajdonságait

figyelmén kívül hagyva, a U.S. Army M1B páncélozott csapatszállító járművének 1989-es kísérleti változata poliészter hőtűrő gyantába ágyazott üvegszálból készült paneleket kapott. [30] A csapatszállító járműveknél a belső tér védelme kiemelt jelentőségű. Az ilyen eszközök Bouligand-struktúra felhasználásával történő tervezésénél útmutató lehet a pisztolyrak függetlének refinált, irány- és helyfüggő belső szerkezete, mely funkciótól függően eltérő vastagságban alkalmazza a Bouligand-struktúrát.

Természetesen az ilyen jellegű fejlesztésekről és haditechnikai alkalmazásokról szinte lehetetlen nyilvános információt beszerezni. A 6. ábrán a 25 évig érvényes titkosítás után feloldott amerikai Abrams M1 harckocsi orr-résének különleges páncélzat-kialakítását láthatjuk. A váltótípus AbramsX néven 2022-ben mutatkozott be, melynek tömege jóval kisebb, mint a jelenleg gyártott M1A2 SEPv3 változaté, de



4. ÁBRA. Bioinspirált testpáncélok egykor és ma: (a) tobzoska és egymást részlegesen átfedő pikkelyei; (b) történelmi páncéldíszing, amit a Brit Keletindiai Társaság 1820-ban küldött III. György királynak. A páncéling aranyozott tobzoska pikkelyekből készült; (c) modern „sárkánybőr-páncél” röntgensugárral átvilágított képe; (d) sárkánybőrpáncél védelmi eszköz a gyakorlatban (A szerzők szerkesztése a [29; fig. 22] alapján az © Elsevier B.V. engedélyével)

5. ÁBRA. Az 1978-tól 1992-ig gyártott amerikai M1 Abrams harckocsi 1988-as, Chobham különleges páncélzattal szerelt változatának titkosítás alól feloldott vázrajza a homlokpáncélban alkalmazott összetett szendvicsszerkezettel (A szerzők szerkesztése a [44] alapján)

„...a kompozit páncélzatok részletes felépítését az alkalmazó országok titokban tartják.” [31] Ez olyannyira igaz, hogy a Magyar Honvédség legújabb, Leopard 2A7HU típusú harckocsijának páncélzatáról is csak annyi tudható, hogy kazamatás, kompozitszerkezetű síklemez páncélzattal rendelkezik. [32] Ám az új AbramsX harckocsi tömegcsökkenésében egészen biztosan nemcsak az játszik szerepet, hogy löveg-tornya alig páncélzott, hanem az új szerkezeti anyagok és páncélzatok alkalmazásának is szerepe lehet. A 6. ábrán látható energiaelnyelő, összetett szendvicspanelekben nagy valószínűséggel ma már Bouligand-struktúrájú, új fejlesztésű szerkezeti anyagokat találunk, hasonló konfigurációban elhelyezve, mint 1988-ban.

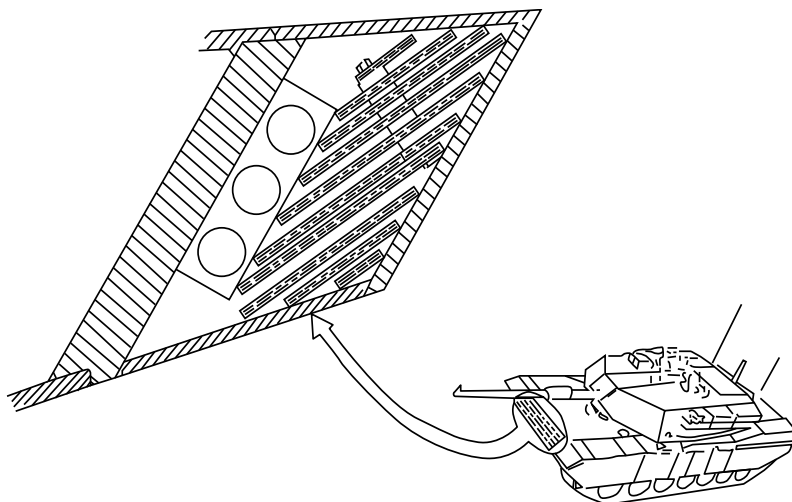
REPÜLŐGÉP-SÁRKÁNY-SZERKEZETEK VÉDELME

Az 1940-ig épített könnyű és nehéz vadászrepülőgépeket többnyire nem terhelte páncélzat, nemigen foglalkoztak a gépek passzív védelmével [33]. A repülőgép-sárkányszerkezetek esetében a Bouligand-struktúra alkalmazásának egyértelmű haszna a tömeg csökkentése, hiszen ugyanolyan paraméterekkel rendelkező sárkányszerkezet ezen struktúra alkalmazásával kisebb tömegű anyagfelhasználással biztosítható, ami kevesebb üzemanyagfelhasználást és/vagy nagyobb teherbíróképességet eredményez.

FORGÓSZÁRNYAS REPÜLŐESZKÖZÖK ROTORLAPÁTJAI

Ezen a területen a védelmi ipari felhasználás tökéletesen megegyezik a villamosenergia-termelő iparban jelentkező igényekkel: a nagyméretű, hosszú (akár 100 méter hosszúságot is elérő) szélkerék-lapátok és a kisméretű, de nagy fordulatszámú helikopter-rotorlapátok ugyanazt az igényt fogalmazzák meg: belépőélük az állandó terhelésnek és a véletlenszerű, kiugróan nagy mechanikai igénybevételnek (madárütközés, lövedékbecsapódás) is ellenálló legyen. [34] Nyilvános adatok inkább a szélturbinák lapátairól olvashatók. Ezek alapján a sérülések mintegy 20%-át a felszíni sérülések, 15%-át pedig gyártási hibák okozzák, [35] melyek elvben kiküszöbölhetők. A helikopter-rotorlapátok

A KOCSISZEKRÉNY MELSŐ, KÜLÖNLEGES PÁNCÉLZATA



harci sérülések okozta javítási potenciáljának modellezése is hasonló feladatot jelent, [36] és biztos állítható, hogy ezen felhasználási területen a felszíni, nagy energiájú ütközések okozta sérülések aránya jóval nagyobb.

HAJÓTESTEK KÜLSŐ FELÜLETÉNEK MECHANIKAI ERŐSÍTÉSE

Az úszóeszközök esetében mind a felszín alól (torpedó, úszóakna), mind a felszínről (levegő-levegő vagy föld-levegő rakéta, közvetlen bombatámadás stb.) érkező fenyegetés ellen a felület ellenállóképességének növelése, valamint roncsolódásának csökkentése az elsődleges cél. A tömegcsökkentés nem elsődleges szempont, ezért ugyanolyan tömegű úszótest esetében a mechanikai ellenállóképesség többszörözhető. Érdekes, hogy a U. S. Navy a 2000-es évek végén is elsősorban a hagyományos, szendvicsszerkezetű energiaelnyelő panelekben látta a jövőt, [37] és nincs nyoma annak, hogy az innovatív Bouligand-struktúra felhasználásában keresték volna a megoldást.

ÖSSZEFOGLALÁS

A különféle kutatások kimutatták, hogy a Bouligand-szerkezetek nemcsak biológiai érdekességek, hanem igen komoly mechanikai, szilárdsági, ellenállási stb. paraméterekkel bírnak, ezért ipari kutatásuk a 2000-es évektől fogva felgyorsult. Ötven évvel ezelőtt Európa vezető szerepet játszott ezen a területen [5][6][7], ám mára a kutatás-fejlesztés és technológia súlypontja Kínába tevődött át. A bioinspirált szerkezetek anyagszerkezeti ku-

tatásában Kína sokkal előrébb tart, mint Európa vagy az USA. Megkockáztatjuk, hogy az elért anyagszerkezeti kutatásoknak is szerepe van Kína hadiflottájának növekedésében. 2010 és 2019 között ugyanis a Kínai Népköztársaság 150, míg az USA mindössze 49 hadihajót bocsátott vízre. [38] Egyes projekciók szerint 2027-re a Kínai Néphadsereg hadiflottájának egyesített tüzereje meghaladja az USA hasonló képességeit. [39] Jelenlegi technológiánk jövőbeli fejlesztésében, különösen az innováció szempontjából kulcsszerepet játszó védelmi és repülőgépiparban a bioinspirált szerkezetek és az additív gyártástechnológia kulcsszerepet játszanak. A védelmi ipar és ezzel egy ország védelmi képességének fejlettsége nagymértékben függ a bioinspirált szerkezetek védelmi ipari alkalmazásától. [40] A Bouligand-struktúrát alkalmazó nanotechnológia ugyan még gyerekcipőben jár, de már léteznek az első prototípusok. [19][29][41] A technológia robbanásszerűen fejlődik Kínában, ahol már elektromos mező által támogatott 3D nyomtatási eljárást alkalmaznak, [42] hogy betekintést nyerjenek a Bouligand-struktúrák természetes anyagkeményítő-erősítő mechanizmusába. Áttekintésünk alapján a védelmi iparnak alig van olyan területe, ahol ne fordulna elő a Bouligand-struktúra kísérleti, vagy sorozatgyártású alkalmazása. A haditechnikai kutatás-fejlesztés stratégiai szinten befolyásolja az alkalmazó állam katonai, politikai és iparpolitikai folyamatait. [43] ■

HIVATKOZÁSOK

- [1] Ødegaard, F.: How many species of arthropods? Erwin's estimate revised. *Biological Journal of the Linnean Society*, 2000/4, 583–597.
- [2] Stork, N.E.: How many species of insects and other terrestrial arthropods are there on Earth? *Annual Review of Entomology*, 2018, 63, 31–45. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-020117-043348>
- [3] Singh, A.: r-Reproductive Strategy. In: Vonk, J. – Shackelford, T. (eds.): *Encyclopedia of Animal Cognition and Behavior*. Springer, Cham 2019. https://doi.org/10.1007/978-3-319-47829-6_450-1
- [4] Hadley, N. F.: The arthropod cuticle. *Scientific American*, 1986, 255/1, 104–113.
- [5] Hass, W.: Über die Struktur des Chitins bei Arthropoden. *Archiv für Anatomie und Physiologie, Physiologische Abteilung, Jahrgang 1916*, 1917, 295–338.
- [6] Drach, P.: Structure des lamelles cuticulaires chez les Crustacés. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences. Paris*, 1953/237, 1772–1774.
- [7] Bouligand, Y.: Twisted fibrous arrangements in biological materials and cholesteric mesophases. *Tissue & Cell* 1972/2, 189–217. [https://doi.org/10.1016/s0040-8166\(72\)80042-9](https://doi.org/10.1016/s0040-8166(72)80042-9)
- [8] Mutvei, H.: SEM studies on arthropod exoskeletons. *Bulletin of the Geological Institution of the University of Upsala, N.S.* 1974, 4, 5, 73–80.
- [9] Inoue, T. et al.: Mechanical resistance and tissue structure of claw denticles of various sizes in the mud crab, *Scylla serrata*. *Materials*, 16: 2023/4114, 12. <https://doi.org/10.3390/ma16114114>
- [10] Grunenfelder, L. et al.: Bio-inspired impact resistant composites. *Acta Biomaterialia* 2014/9, 3997–4008. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2014.03.022>
- [11] Patek, S. N. et al.: Deadly strike mechanism of a mantis shrimp. *Nature*, 2004/428, 819–820.
- [12] Zhao, S. et al.: A study of a bio-inspired impact resistant carbon fiber laminate with a sinusoidal helicoidal structure in the mandibles of trap-jaw ants. *Acta Biomaterialia* 2023/169, 179–191. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2023.07.047>
- [13] Lin, J. S. et al.: Mechanical properties and the laminate structure of *Arapaima gigas* scales. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 2011/4, 1145–1156. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2011.02.024>
- [14] Sherman, V. R. et al.: A comparative study of piscine defense: The scales of *Arapaima gigas*, *Latimeria chalumnae* and *Atractosteus spatula*. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials* 2017/73, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2016.10.001>
- [15] Froese, R. – Palomares, M. L. D.: Growth, natural mortality, length-weight relationship, maximum length and length-at-first-maturity of the coelacanth *Latimeria chalumnae*. *Environmental Biology of Fishes*, 2000/58, 45–52.
- [16] Giraud, M. M. et al.: The fibrous structure of coelacanth scales: a twisted 'plywood'. *Tissue & Cell*, 1978/4, 671–686.
- [17] Vignolini, S. et al.: Pointillist structural color in *Pollia* fruit. *PNAS*, 2012/39, 15712–15715. <https://doi.org/10.1073/pnas.1210105109>
- [18] Yamamoto, T. et al.: Twisted plywood structure of an alternating lamellar pattern in cellular cementum of human teeth. *Anatomy and Embryology*, 2000, 202, 25–30.
- [19] Kazemi, M. E. et al.: Ballistic performance of bio-inspired hybrid inter-leaved composite structures suitable for aerospace applications. *Composites Part A*, 2024, 179: 107992, 12. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2023.107992>
- [20] Kazemi, M. E. et al.: Bio-inspired interleaved hybrids: Novel solutions for improving the high-velocity impact response of carbon fibre-reinforced polymers (CFRP). *Composites Part B*, 2023, 264, 110930. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2023.110930>
- [21] Ghazlan, A. et al.: Inspiration from Nature's body armours – A review of biological and bioinspired composites. *Composites Part B*, 2021, 205: 108513. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2020.108213>
- [22] Amorim, L. et al.: Bioinspired approaches for toughening of fibre reinforced polymer composites. 2021. *Materials and Design* 199: 109336, 1–24. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2020.109336>
- [23] Liu, J. L. et al.: The response of bio-inspired helicoidal laminates to small projectile impact. *International Journal of Impact Engineering*, 2020, 142, 103608. <http://doi.org/10.1016/j.ijimpeng.2020.103608>
- [24] Yang, W. et al.: Natural flexible dermal armor. *Advanced Materials*, 2013/25, 31–48. <https://doi.org/10.1002/adma.201202713>
- [25] Rudykh, S. – Boyce, M. C.: Analysis of elasmoid fish imbricated layered scale-tissue systems and their bio-inspired analogues at finite strains and bending. *IMA Journal of Applied Mathematics*, 2014/5, 830–847. <https://doi.org/10.1093/imamat/hxu005>
- [26] Funk, N. et al.: Bioinspired fabrication and characterization of a synthetic fish skin for the protection of soft materials. *ACS Applied Materials & Interfaces* 2015/10, 5972–5983. <https://doi.org/10.1021/acsami.5b00258>
- [27] Martini, R. – Barthelot F.: Stability of hard plates on soft substrates and application to the design of bioinspired segmented armor. *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, July 2016, 195–209. <https://doi.org/10.1016/j.jmps.2016.04.009>
- [28] Meyers, M. A. et al.: Battle in the Amazon: *Arapaima* versus *Piranha*. *Advanced Engineering Materials* 2012/5, B279–B288. <https://doi.org/10.1002/adem.201180027>
- [29] Islam, M. K. et al.: Biomimetic armour design strategies for additive manufacturing: A review. *Materials & Design* 2021/7, 109730. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2021.109730>
- [30] Ogorkiewicz, Richard M.: *Technology of Tanks I*. Jane's Information Group, Alexandria (VA), USA, 2009, 1–424.
- [31] Ocskay István: Harckocsi-generációk II. rész. *Haditechnika* 2023/2, 6–13. <https://doi.org/10.23713/HT.57.2.02>
- [32] Végvári Zsolt: Modern haditechnika, új konstrukciós megoldások és szerkezeti anyagok, megújuló képzés. *Haditechnika*, 2023/3, 58–67. <https://doi.org/10.23713/HT.57.3.10>
- [33] Dobos Endre: A katonai repülőgépek páncélvédelmének fejlődése a kezdetektől a II. világháború végéig. *Hadmérnök* 2009/2, 206–216.
- [34] Ginzburg, D. et al.: Damage tolerance of bio-inspired helicoidal composites under low velocity impact. *Composite Structures*, 2017/2, 187–203. <https://doi.org/10.1016/j.compsruct.2016.10.097>
- [35] Sebastiani, A. et al.: Evaluation of the global-blockage effect on power performance through simulations and measurements. *Wind Energy Science*, 2022/2, 875–886. <https://doi.org/10.5194/wes-7-875-2022>
- [36] Chiu, W. K. et al.: Battle damage repair of a helicopter composite main rotor blade. *Composites: Part B*, 2012/2, 739–753. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2011.07.014>
- [37] Mantena, P. R. et al.: Blast and impact resistant composite structures for Navy ships. *University of Mississippi*, 2013, 298.
- [38] Palmer, A. et al.: Unpacking China's Naval Buildup. 2024. <https://www.csis.org/analysis/unpacking-chinas-naval-buildup> (Letöltve: 2025.03.23)
- [39] Pape, A.: *Jane's Fighting Ships Yearbook 2023–2024*. Jane's Information Services, Coulsdon, Surrey, Greater London, England, 2023, ISBN 978-071-063-428-3
- [40] Chen, S.-M. et al.: Biomimetic discontinuous Bouligand structural design enables high-performance nanocomposites. 2022, *Matter* 5, 1563–1577. <https://doi.org/10.1016/j.matt.2022.02.023>
- [41] Siddique, S.H. et al.: Lessons from nature: 3D printed bio-inspired porous structures for impact energy absorption – A review. *Additive Manufacturing*, 2022, 58, 103051. <https://doi.org/10.1016/j.addma.2022.103051>
- [42] Wei J. et al.: Bioinspired Additive Manufacturing of Hierarchical Materials: From Biostructures to Functions. *Research* 2023/6, 0164, 1–24. <https://doi.org/10.34133/research.0164>
- [43] Budavári Krisztina et al.: A magyar védelmi ipar innovációs környezetének vizsgálata. *Hadtudomány* 2022/1, 113–134. <https://doi.org/10.17047/HADTUD.2022.32.1.113>
- [44] M1 Abrams Hull Front Special Armor.jpg https://commons.wikimedia.org/wiki/File:M1_Abrams_Hull_Front_Special_Armor.jpg (Letöltve: 2025.03.25.)
- [45] Raabe, D. et al.: The crustacean exoskeleton as an example of a structurally and mechanically graded biological nanocomposite material. *Acta Materialia* 2005/15, 4281–4292. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2005.05.027>

BIRÓ GABRIELLA*

AZ UKRÁN EVOROG CHATBOT ÉS A DELTA RENDSZER

Összefoglalás: Az ukrán eVorog chatbot és a mögötte álló Delta rendszer fontos szerepet játszanak az orosz–ukrán háborúban. Előbbi lehetővé teszi az ukrán állampolgárok számára, hogy valós idejű információkat osszanak meg az ellenséges erők mozgásáról, melyeket az utóbbi dolgoz fel és továbbít a harctéri egységeknek. E két rendszer jelentős mértékben hozzájárul Ukrajna védelmi képességeihez, miközben a NATO számára is értékes interoperabilitási tanulságokat szolgáltatnak.

Kulcsszavak: eVorog, Delta, Ukrajna, helyzetismeret, Aerorazvidka

Abstract: The Ukrainian chatbot eVorog and the Delta system behind it play an important role in the Russo-Ukrainian war. The eVorog allows Ukrainian citizens to share real-time information about enemy movements, which is processed by the Delta system and forwarded to combat units. These systems contribute significantly to Ukraine's defense capabilities, while providing valuable interoperability lessons for NATO.

Keywords: eVorog, Delta, Ukraine, situational awareness, Aerorazvidka

* Nemzeti Közsolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola, doktorandusz.
ORCID:
0009-0004-5924-6694

BEVEZETÉS

Az orosz–ukrán háború nemcsak a szárazföldön és a levegőben zajlik, hanem egyre inkább a digitális térben is. Az ukrán védekezés egyik újszerű és figyelemre méltó eleme az eVorog chatbot (szövegalapú párbeszédrendszer), amely lehetővé teszi az állampolgárok számára, hogy valós idejű információkat osszanak meg az ellenséges erők mozgásáról. A beérkező adatokat a Delta rendszer dolgozza fel és továbbítja, támogatva ezzel a csapásmérő egységek döntéseit. A cikk a nyilváno-

san elérhető információk alapján bemutatja az eVorog és a Delta rendszer történetét és működését.

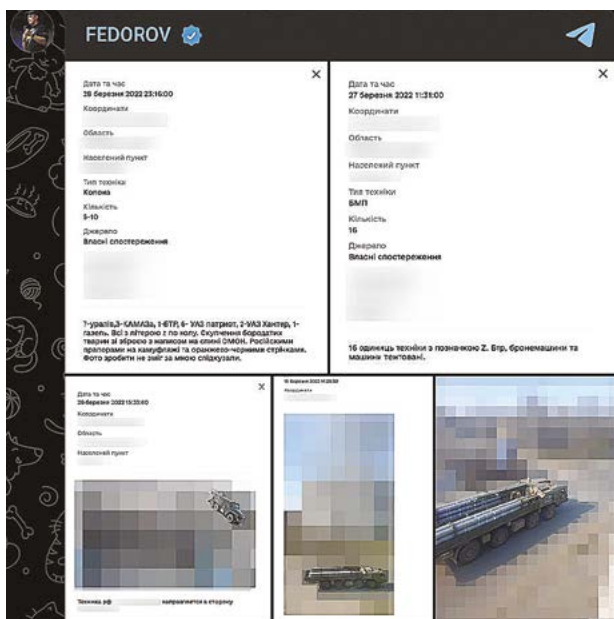
AZ EVOROG KOMMUNIKÁCIÓS PLATFORM

Az eVorog (eBopor) elnevezés szó szerinti fordításban „e-Ellenség”-et jelent, és nevéhez méltóan az alkalmazás arra szolgál, hogy az ukrán állampolgárok jelenteni tudják, ha orosz egységeket, katonákat vagy haditechnikát észlelnek. [1] Emellett lehetőség van robbanószerekkel kapcsolatos bejelentéseket az ukrán katasztrófavédelem tűzszereiseihez továbbítani az alkalmazás, míg a gyanús személyekkel kapcsolatos információ az SZBU-hoz (СБУ – Служба безпеки України: Ukrán Biztonsági Szolgálat) érkezik be. [2] A bejelentés során fotókat, videókat küldhetnek, melyeket kiegészíthetnek a telefonjuk helymeghatározási adataival és az észlelt leírásával. [3] Mihajlo Fedorov innovációért, oktatásfejlesztésért, tudományért és technológiáért felelős miniszterelnök-helyettes rendszeresen közzétesz leírásokat és képeket a közösségi média felületein az eVorog használatáról. (1. ábra) A hatóságok magyarázó ábrákkal is igyekeznek segíteni a lakosságot abban, hogy minél

pontosabban felismerjék az orosz haditechnikát. (2. ábra) Emellett minden ukrán kommunikációban elhangzik a figyelmeztetés, hogy az üzenet elküldése után a képeket és magát az eVorog alkalmazást is törölni kell, nehogy veszélybe sodorják a bejelentő életét.

Az eVorog működését tekintve egy chatbot, azaz olyan interaktív program, melyet arra terveztek, hogy emberi beszélgetést szimuláljon. A chatbotokban gyakran alkalmaznak mesterséges intelligenciát és természetes nyelvi feldolgozást (NLP – Natural Language Processing) a kommunikációban. Az eVorog a Telegram azonnali üzenetküldő szolgáltatását használja kommunikációs platformként. A Telegram felhőalapú, képes az üzenetek titkosítására a végpontok közt, és támogatja a botokat (automatizált programokat), így alkalmasnak bizonyult az eVorog chatbot kialakításához. [4] Magát a chatbotot nagyon gyorsan, néhány nap alatt fejlesztették az ukrán Digitális Transzformációs Minisztérium munkatársai. Miután 2022. február 24-én kezdetét vette az orosz invázió, az ukrán állampolgárok változatos módokon igyekeztek a hatóságok tudomására hozni, hol és mikor észleltek orosz csapatokat. A Minisztérium kereste a megfelelő kommunikációs csatornát, így 2022. február 27-én elkezdték a chatbot fejlesztését, és március 7-én már élesítették is az első verziót. [5] Az eVorog használatához szükséges a Diia (Дія – magyar átírásban Dija) alkalmazás telepítése, mely az ukrán digitális állampolgársággal összefüggő funkciókat tartalmazza, és a felhasználók ezen keresztül hitelesíthetik személyazonosságukat, mielőtt üzeneteket küldenek az eVorogban. [6] Az eVorog magából a Diia appból is elérhető. A hitelesítési funkció azért szükséges, mert így kiszűrhetik a hamis bejelentések egy részét, illetve a

1. ÁBRA. Az eVorog lakossági bejelentések képei Mihajlo Fedorov digitális átalakulásért felelős miniszter hivatalos Telegram csatornájáról [3]



hitelesítés az időközben megjelent (véltetően orosz háttérű) hamis eVorog alkalmazásokkal szemben is nyújt bizonyos fokú védelmet. Az ukrán Digitális Transzformációs Minisztérium rendszeresen fel is hívja a lakosság figyelmét, hogy csak a hivatalos eVorog chatbotot használják a https://t.me/evorog_bot Telegram linken, vagy a Diia alkalmazásból megnyitva. [7]

Az ukrán Digitális Transzformációs Minisztérium 2025. február 24-én közleményben összegezte a háború három évének eredményeit, melyben külön szekciót szentelt az eVorognak. [9] A közlemény szerint az első három évben több mint 660 ezer felhasználó használta az eVorog chatbotot, egyikük pedig 347 bejelentést küldött a megszállt területekről. Az eVorog segítségével három év alatt 33 darab Redut-2USz (РЕДУТ-2УС) kommunikációs rendszert, valamint egy Zsittel (Житель) zavaróállomást sikerült lokalizálni és megsemmisíteni. Olyan esetről is beszámol a közlemény, mikor egy orosz menetoszlop útját 100 km-en keresztül dokumentálták és jelentették az ukrán állampolgárok, vagy egy utcában szinte minden házból érkezett jelentés.

Az eVorog chatbot használatához valamilyen internetkapcsolatra (mobilinternet, wifi) van szükség. Az ukrán kommunikációs hálózat jelentős része megsemmisült a háború kezdete óta, azonban több, mint 40 000 Starlink terminál működik Ukrajnában, és a kommunikációs hálózat fejlesztése, újjáépítése is folyamatosan zajlik nemzetközi támogatással. [10] Ha hihetünk az ukrán statisztikáknak, akkor a távközlési hálózatban tapasztalható fennakadások ellenére az oroszok által megszállt területeken élők is megtalálják a módját, hogy bejelentéseket tegyenek az eVorogon keresztül.

A DELTA RENDSZER

Az eVorog chatboton keresztül bejelentett adatokat a Delta rendszerbe továbbítják. A Delta segíti az ukrán csapatok helyzetismeretét (situational awareness), ami „a harc helyzet folyamatos értelmezése, amely magában foglalja az érzékelést, megfigyelést, fenyegetéssel és -azonosítást, célmeghatározást, célmegjelölést, a harci technika és az élőerő állapotfigyelését, illetve



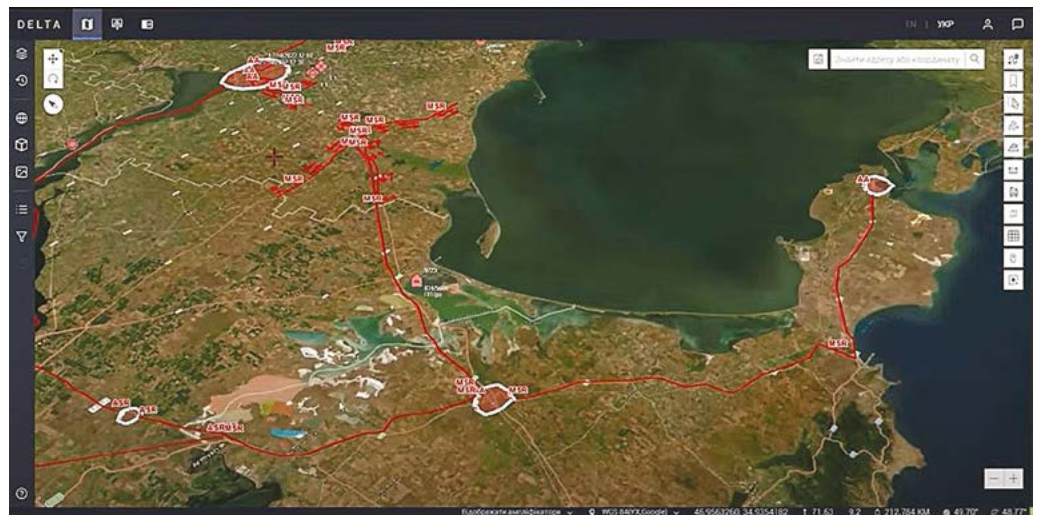
a harctéri környezet változásának folyamatos megfigyelését”. [11] Ugyanakkor Jelizaveta Boiko alezredes, az ukrán védelmi minisztérium digitális részlegének innovációs és védelmi technológiai fejlesztési központjának képességfejlesztési vezetője így jellemzi a rendszert: „A DELTA különböző katonai termékek ökoszisztémája. Mi valójában »katonai Google«-nek hívjuk, mert egyetlen bejelentkezéssel hozzáférhetsz a rendszer különböző moduljaihoz. A Google segít megszervezni a munkaterületet, a DELTA pedig a »háborús« területet.” [12]

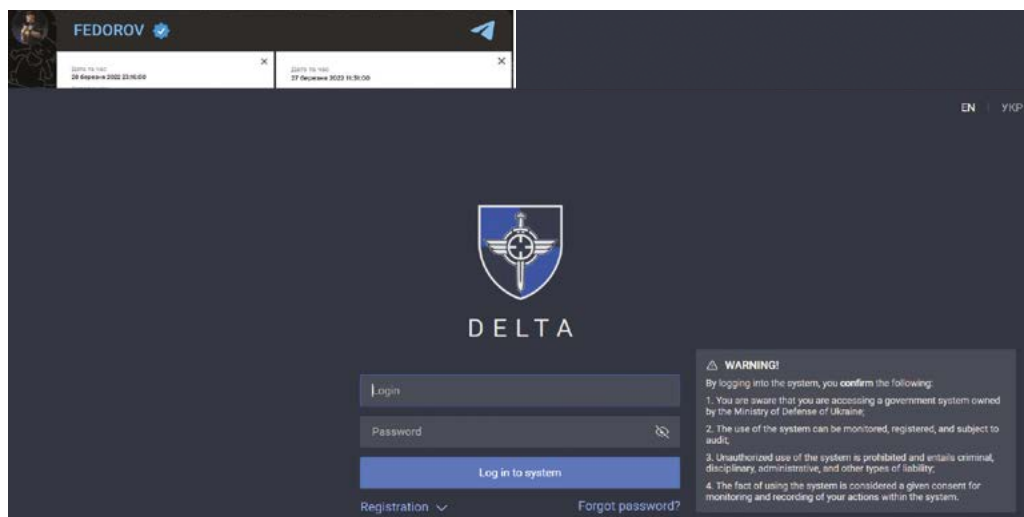
A Delta rendszer egy komplex megoldás, amely számos fejlett funkcióval segíti az ukrán hadsereg haté-

kony működését. A korábban használatos vezetéstámogató rendszerekhez képest az információáramlás nemcsak a végpontoktól felfelé, a parancsnokságig, majd vissza irányban történik, hanem a hálózatban elosztott módon, így felgyorsul a döntéshozatal és robusztusabb a folyamat. A Delta adatforrásai nagyon változatosak: többek közt műholdas képek, GPS-koordináták, radar- és szenzordatok, rádiófrekvenciás felderítési információk. [14] A Delta egyik legfontosabb képessége a DeltaMonitor nevű háromdimenziós, valós idejű helyzetfelismerés, amely lehetővé teszi, hogy a csapatok azonnal reagáljanak a harctéri változásokra. (3. ábra) Emellett a

2. ÁBRA Orosz elektronikai hadviselési eszközök képei Mihajlo Fedorov digitális átalakulásért felelős miniszter hivatalos Telegram csatornájáról [8]

3. ÁBRA. A DeltaMonitor térképes felülete [13]





4. ÁBRA. A Delta rendszer bejelentkező képernyője [15]

Delta rendelkezik egy Elementnek nevezett biztonságos üzenetküldő platformmal, amely titkosított kommunikációt tesz lehetővé, így biztosítva, hogy az érzékeny információk ne kerüljenek illetéktelen kezekbe. A rendszer az úgynevezett Delta Tube modulon keresztül folyamatos adatátvitelt (streaming) biztosít a pilóta nélküli légi járművekről, rögzített kamerákról és más megfigyelő eszközökről származó adatok számára, ami jelentősen növeli a harctéri információk pontosságát és elérhetőségét. [12] A fentiek mellett a Mission Control (feladatirányítás) funkció lehetővé teszi a feladat-tervezéshez szükséges szinkronizációs mátrix használatát, a NextCloud pedig biztonságos felhőalapú tárhelyet nyújt dokumentumok számára. [2] Mindezek mellett az alkalmazás használatát egy belső tudásbázis (Wiki) is segíti. [13]

Az alkalmazás webes szolgáltatásként (web service) fut, így bármilyen eszközről (számítógépről, telefonról, tabletről) elérhető. [16] A cikk írásának pillanatában a Delta belépési felülete elérhető angol és ukrán nyelven a <https://delta.mil.gov.ua/> címen (4. ábra), ezért feltételezhető, hogy néhányan Ukrajna szövetségesei közül is kaphattak hozzáférést. A hozzáférés biztonságát FIDO (Fast IDentity Online) biztonsági kulcsokon alapuló erős, több faktoros hitelesítés segíti. [14] A felhasználók a jogosultságok megadása előtt szigorú titkosszolgálati átvilágításon esnek át. A Delta fejlesztése során a nulla bizalom (zero trust) elvét követik, azaz minden hozzáférést, kapcsolatot és a szerver felé érkező kérést szigorúan ellenőrzik. Sérülékenységi

vizsgálatokat is rendszeresen végeznek a biztonsági kockázatok minimalizálása érdekében. A rendszer 2023. február 4. óta hivatalosan is nemzetközi felhő infrastruktúrán fut az ukrán Védelmi Minisztérium döntése alapján. [17] Ez a lépés csökkenti a szerverek fizikai megsemmisülésének kockázatát, ami különösen fontos egy háborús környezetben, ahol az infrastruktúra gyakran célponttá válhat. Ugyanakkor arról érthető okokból nem közölnek részleteket, mely nemzetközi felhőszolgáltatók biztosítják az infrastruktúrát a Delta rendszer számára.

A szigorú biztonsági intézkedések ellenére úgy tűnt, hogy 2022 októberében a magát Joker DPR-nek (DPR – Donetsk People's Republic, azaz Donyecki Népköztársaság) nevező hekkercsoport sikeresen behatolt a Delta rendszerbe és információkat szerzett onnan. A Joker DPR saját Telegram csatornáján jelentette be a sikeres támadást, melyhez képernyőképeket is mellékel. Elemzők ugyanakkor valószínűsítik, hogy a főleg dezinformációs kampányokra és humán hírszerzésből (HUMINT) származó információk kiszivárogtatására szakosodott csoport valójában nem a rendszer technikai védelmén hatolt át, hanem más forrásból juthatott az adatokhoz. [18]

A Delta a NATO kommunikációs szabványait követi, megfelel a Többoldalú Interoperabilitási Program (Multilateral Interoperability Programme – MIP) követelményeinek, és támogatja a hálózatközpontú katonai műveleteket (Network-Centric Warfare). [14] [16] Ez lehetővé teszi, hogy az ukrán hadsereg különféle rendszerei zökkenő-

mentesen működjenek együtt a NATO és más szövetséges országok rendszereivel. 2022 októberében, a NATO TIDE (Think-Tank for Information, Decision and Execution Superiority) eseményén hajtották végre az első átfogó tesztek, amelyek során a Delta és a NATO-szabványok kompatibilitását és interoperabilitását vizsgálták. A sikeres tesztek után a Delta 2023 júniusában részt vett a NATO CWIX (Coalition Warrior Interoperability eXploration, Experimentation, Examination, eXercise) gyakorlaton, ahol már tíz ország összesen 15 rendszerével sikerült ellenőrizni a Delta együttműködési képességeit, különös tekintettel a MIP4-IES szabvány szerinti adatcsere lehetőségeire. [19] [14] Ez a gyakorlat nemcsak megerősítette a Delta rendszer hatékonyságát, de a további fejlesztések irányát is meghatározta mind az ukrán, mind a NATO-szövetségesek részére. A sikeres tesztsorozat egyik fókuszpontja a Link 16 protokoll volt, mely lehetővé teszi a közvetlen, valós idejű adatkapcsolat létesítését többek közt az F-16 vadászbombázókkal. [14] [16]

AZ AERORAZVIDKA

A Delta alkalmazás fejlesztése egészen 2014-ig nyúlik vissza. Ekkor alakult meg az az önszerveződő csoport, mely Ukrajna védelmét szerette volna erősíteni a modern technológiák eszközeivel. [20] Az Aerorazvidka (Аероразвідка – légi felderítés) néven ismertté vált, civil és katonai önkéntesekből álló csoport kezdetben drónokkal foglalkozott, de hamar felismerték, hogy szükségük lesz egy rugalmas információmegosztó platformra. Így kezdődött a Delta rendszer fejlesztése. Ezzel párhuzamosan a NATO 2014-es walesi csúcstalálkozóján a szövetség 1,8 milliárd dolláros célzott alapot hozott létre annak érdekében, hogy Ukrajna automatizált hálózati vezetési és irányítási rendszereit (Communication, Command and Control, and Computing systems, rövidítve C4) a szovjet korszak centralizált gondolkodásmódjától elmozdítva a 21. századba vesse. [21] [2] Ez is közrejátszott abban, hogy a Delta fejlesztés a kezdetektől szem előtt tartotta a NATO-szabványokat, bár nemez volt az egyetlen ilyen jellegű projekt, ami abban az időben indult. Ezért nem lehet egyér-

telmően kijelenteni, hogy a NATO-alap egy az egyben a Delta fejlesztéseket segítette volna, vagy akár ez lett volna a Delta fejlesztések finanszírozásának egyetlen forrása. Az ukrán C4 paletta a mai napig elég változatos képet mutat, többféle alkalmazás és projekt interakciójából alakult ki a jelenlegi helyzet.

A Delta rendszer fejlesztését később a Védelmi Minisztériumhoz kapcsolódó A2724 katonai egység vette át, majd az egységet 2020-ben feloszlatták. Ez után az önkéntesek megalakították az Aerorazvidka NGO (Non-Governmental Organization) civil szervezetet, mely továbbvitte a fejlesztést. 2022 után az ukrán Védelmi Minisztérium Védelmi Technológiák Innovációs és Fejlesztési Központja lett az A2724 egység utóda, aki a rendszer fejlesztéséért hivatalosan felel. [2] [20]

Az Aerorazvidka NGO jelenleg több helyzetértékelő központot működtet Ukrajna-szerte, melyekben civilek és katonák dolgoznak egymás mellett. A központok a NATO-ban sztenderdizált ISTAR (Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance: hírszerzés, megfigyelés, célbefogás, felderítés) munkamódszerekkel dolgozzák fel vagy egészítik ki elemzőképességekkel a Delta rendszerben áramló adatokat. [22]

ÖSSZEGZÉS

Az ukrán információmegosztás kiemelten fontos eszközei közé tartozik az eVorog chatbot, a Delta harcvezető rendszer és maga az Aerorazvidka kezdeményezés is. Ezek mellett, hogy jelentősen hozzájárulnak Ukrajna védelméhez az orosz agresszióval szemben és esetenként látványos sikereket produkálnak, a NATO számára is komoly tanulságokkal szolgálnak. Különösen a Delta rendszer esetében értékesek a tényleges harctéri tapasztalatok, mivel az alkalmazás fejlesztése a Szövetség támogatásával, annak szabványai és módszertanai szerint történik. Az Aerorazvidka NGO jó példa a civil-katonai együttműködés hasznosságára egy esetleges háborús helyzetben. A szervezet története abból a szempontból is tanulságos, hogy az ukrán Védelmi Minisztérium fennhatósága alá került, majd feloszlattott kezdeményezés milyen formában éledt újjá 2022-ben,

és jelenleg milyen fontos szerepet tölt be a helyzetértékelő központok révén. A versenyszférában is gyakran láthatjuk, hogy egy informatikai fejlesztőcsapatot kiemelnek a cégből a hatékonyabb, gyorsabb és rugalmasabb fejlesztés érdekében – és az Aerorazvidka NGO példájának tanúsága alapján – ez a megközelítés a hadiparban is működőképes. A Delta ökoszisztémában jól megfigyelhető az emberek, folyamatok és technológiák (people, process, technology) együttműködése a védelmi képességek érdekében. Ugyanakkor az egész, tágabb értelem-

ben vett rendszer nagyon rugalmas, az egységek szabadon megválaszthatják, mely C4-rendszerrel dolgoznak együtt (a többi rendszerrel ebben a cikkben terjedelmi okokból nem foglalkoztam, de a [14] hivatkozású anyag összehasonlítja a fontosabbakat). Viszont a szabvány folyamatokhoz és technológiákhoz/interfészekhez való ragaszkodás lehetővé teszi, hogy a különböző rendszerek gördülékenyen működjenek együtt. Talán a legfontosabb tanulság, hogy a C4-rendszerek tekintetében is érdemes a felhasználói élményre és a rugalmasságra fókuszálni. ■

HIVATKOZÁSOK

- [1] eVorog — chatbot for civil intelligence in Telegram. Міністерство цифрової трансформації України (az ukrán Digitalizációs Transzformációs Minisztériumának oldala). <https://www.youtube.com/watch?v=VTAx3Omfmw>. (Letöltve: 2025.05.13.)
- [2] Soesanto, S.: The Ukrainian Way of Digital Warfighting: Volunteers, Applications, and Intelligence Sharing Platforms. ETH Zurich, 2024. júl. DOI: 10.3929/ETHZ-B-000685245.
- [3] Fedorov, M.: Telegram: @zedigital. <https://t.me/zedigital/1472>. (Letöltve: 2025.05.15.)
- [4] Telegram – a new era of messaging. Telegram. <https://telegram.org/>. (Letöltve: 2025.05.16.)
- [5] Модіна, О.: «eVorog»: як українці в окупації допомагають нищити армію РФ. Радіо Свобода, 16:49:09Z. <https://www.radiosvoboda.org/a/evorog-okupatsiya/32872068.html>. (Letöltve: 2025.05.13.)
- [6] Допоможи ЗСУ знищити окупанта: Мінцифра запускає чатбот eVorog. <https://thedigital.gov.ua/news/dopomozhi-zsu-znishchiti-okupanta-mintsifra-zapuskac-chatbot-evorog> (Letöltve: 2025.05.15.)
- [7] Cabinet of Ministers of Ukraine - Ministry of Digital Transformation calls to use the eVorog through the Diia app. Ministry of Digital Transformation. <https://www.kmu.gov.ua/en/news/mincifri-zaklikaye-koristuvatsiya-evorogom-cherез-zastosunok-diia>. (Letöltve: 2025.05.13.)
- [8] Fedorov, M.: Telegram: @zedigital. <https://t.me/zedigital/4191>. (Letöltve: 2025.05.15.)
- [9] Міністерство цифрової трансформації України, „Кабінет Міністрів України - Три роки незламності, боротьби та єдності — як Мінцифра працює в умовах повномасштабної війни”. <https://www.kmu.gov.ua/news/try-roky-nezlamnosti-borotby-ta-iednosti-ia-kmintsyfy-pratsiuie-v-umovakh-povnomashtabnoi-viiny>. (Letöltve: 2025.05.15.)
- [10] Boosting Ukraine's telecoms industry. <https://www.ebrd.com/home/news-and-events/news/2024/boosting-ukraines-telecoms-industry.html>. (Letöltve: 2025.03.16.)
- [11] Haig Z.: Információs műveletek a kibertérben. Dialóg Campus Kiadó, Budapest 2018.
- [12] Giordano, P.: Battlefield Innovation: Ukraine's DELTA System Paves the Way for Allied Interoperability at CWIX24. NATO's ACT. <https://www.act.nato.int/article/delta-system-cwix/>. (Letöltve: 2025.03.20.)
- [13] Ukrainian MoD tests battlespace management system for NATO interoperability during CWIX 2024. NATO Allied Command Transformation. <https://www.youtube.com/watch?v=TnPSDVKkK8>. (Letöltve: 2025.05.18.)
- [14] Putrenko, V. – Pashynska, N.: Military Situation Awareness: Ukrainian Experience. Appl. Cybersecurity Internet Gov. 2024. júl. <https://doi.org/10.60097/ACIG/190341>
- [15] System of situational awareness DELTA (ДЕЛЬТА). A Delta rendszer bejelentkezési oldala. <https://delta.mil.gov.ua/auth/login>. (Letöltve: 2025.05.18.)
- [16] Є. О. Романенко – Малахов: «ДЕЛЬТА» - СИСТЕМА СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ, кт. СУЧАСНІ АСПЕКТИ МОДЕРНІЗАЦІЇ НАУКИ: СТАН, ПРОБЛЕМИ, ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ, Матеріали ХХVІІІ-ої Міжнародної науково-практичної конференції. Limassol, 2023. https://www.researchgate.net/profile/Mykola-Boichenko/publication/370561514_UPRAVLINNA_PROEKTAMI_CIFROVOI_TRANSFORMACII_BIZNESU_PIDPRIEMSTV_28_konferencia_Limassol_Bardas_AV_Bojcenko_MV_Bogac_KS_Dudnik_AV_links/6456134c97449a0e1a7f3641/UPRAVLINNA-PROEKTAMI-CIFROVOI-TRANSFORMACII-BIZNESU-PIDPRIEMSTV-28-konferencia-Limassol-Bardas-AV-Bojcenko-MV-Bogac-KS-Dudnik-AV.pdf?page=367. (Letöltve: 2025.05.13.)
- [17] Міністерство оборони України і Міністерство цифрової трансформації України, „Кабінет Міністрів України - Уряд ухвалив рішення щодо запровадження системи Delta в Силах оборони”. <https://www.kmu.gov.ua/news/uriad-ukhvalyv-rishennia-shchodo-zaprovadzhennia-sistemy-delta-v-sylakh-oborony>. (Letöltve: 2025.05.15.)
- [18] Joker DPR and the Information War. Insikt Group. Rec. Future, 2023. ápr. <https://go.recordedfuture.com/hubs/reports/cta-2023-0406.pdf>. (Letöltve: 2025.05.14.)
- [19] Українська система ситуаційної обізнаності Delta пройшла випробування НАТО і може інтегрувати винищувачі F-16. <https://armyinform.com.ua/2023/07/12/ukrayinska-sistema-sytuacijnoyi-obiznanosti-delta-projshla-vyprobuvannya-nato-i-mozhe-integruvaty-vynyshhuvachi-f-16/>. (Letöltve: 2025.05.14.)
- [20] Як влаштоване ПЗ «Дельта» і чому офлайн-підхід в армії не працює — інтерв'ю з керівником ІТ-напрямку «Аеророзвідки». DOU. <https://dou.ua/lenta/interviews/delta-and-it-in-the-army/>. (Letöltve: 2025.05.14.)
- [21] NATO's Support of Ukraine's C4 Capabilities. AFCEA International. <https://www.afcea.org/signal-media/defense-operations/natos-support-ukraines-c4-capabilities>. (Letöltve: 2025.05.18.)
- [22] ГО Аеророзвідка. Aerorazvidka NGO. <https://aerorozvidka.ngo/>. (Letöltve: 2025.05.18.)



1. ÁBRA. A KTD-készülékek egyik változata ROK néven, a katonai repülőtereken a repülések előtti orvosi vizsgálatoknál volt jól használható (A szerző archívumából)

REMES PÉTER*

A KTD REPÜLŐ- ÉS ŰRORVOSI JELENTŐSÉGE

III. RÉSZ

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

A szerző cikksorozatának első részében a KTD-műszerfamilád kifejlesztésének repülő- és űrorvosi vonatkozásait, valamint a katonai jelentőségét foglalta össze. A második részben a repülés és az űrrepülés rendkívüli eseményeinek és katasztrófáinak felidézésével ismertette a pszichofiziológiai vizsgálatokra is alkalmas KTD-készülékeket. A tanulmány har-

madik részében beszámol a titkos magyar űrkutatás részét képező műszerfejlesztésekről. Emlékeinek felidézésével közleménye segít abban, hogy a múltat ne csak száraz tényekként lássuk, hanem emberi élményekként is megéljük és megértsük.

A REPÜLŐ- ÉS ŰRORVOSI DIAGNOSZTIKA

A repülés és űrrepülés olyan követelményeket támaszt, amelyeknek nem minden ember tud megfelelni. Meg kell ismernünk a kedvezőtlen élettani hatásokat, és a diagnosztikai tevé-

kenységünkkel választ kell tudnunk adni arra a kérdésre, hogy ki alkalmas ezeket elviselni és ki nem.

A repülő- és űrorvosi diagnosztikának tehát a hagyományos orvosi diagnosztikán túlmenően foglalkozás-specifikusnak is kell lennie. [1] [2] Például a hagyományos diagnosztikai eljárásokkal kideríthető, hogy az illetőnek nyugalomban van-e szívritmuszavara vagy nincs. A ritmuszavar azonban gyakran rejtett, csak terhelésre jelentkezik. Tehát terheléses diagnosztikai eljárásra van szükség. De milyen legyen ez a terhelés? Olyan le-

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

1. TÁBLÁZAT. A diagnosztika és az alkalmasság összefüggései (A szerző szerkesztése)

Módszer	Cél
Klinikai vizsgálatok	Betegség kiderítése
Speciális vizsgálatok	Rejtett betegség kiderítése
Foglalkozás-specifikus vizsgálatok	Funkcionális károsodás kiderítése
Foglalkozás-specifikus terheléses vizsgálatok	Látens funkcionális károsodás kiderítése; Ideiglenes alkalmatlanság megállapítása; Végleges alkalmatlanság megállapítása;

gyen, mint amilyen repülés és űrrepülés közben éri a hajózó szervezetét, vagyis foglalkozás-specifikus. Már megfogalmazhatjuk, hogy foglalkozás-specifikus terheléses funkcionális vizsgálatokra van szükség.

Az alkalmasság szempontjait néhány példán keresztül lehet érzékelteni. Ismeretes, hogy a jó G-tűrőképesség a repülésben és az űrrepülésben alapvető szempont. Vannak, akik rosszul viselik a gravitációs terhelést, mert a szív-érrendszeri reflexeik nem képesek G-terhelés idején biztosítani az agyi véráramlást és elájulnak, munkaképességüket elvesztik. Nyilvánvaló, hogy ők alkalmatlanok a repülőgép vezetésére. Az űrhajózásban pedig ők azok, akik a szív-érrendszeri reflexek megfelelő működése hiányában rosszul lesznek a súlytalanságban, és nehezen alkalmazkodnak az űrrepülés után a földi gravitációhoz.

Az alkalmasság ugyanakkor dinamikusan változó állapot. Lehetséges, hogy valaki véglegesen alkalmatlan, és az is lehetséges, hogy ugyanaz az ember hol alkalmas, hol pedig nem, vagyis csak ideiglenesen alkalmatlan. Például egy jó G-tűrőképességű hajózónak is – ha kiesik a mindennapi repülésekből, mert például szabadságra megy – ideiglenesen leromlik ez a képessége, és ez csak fokozatosan emelkedő G-terhelésű repülésekkel állítható vissza. Vagyis a hajózót repülési megterhelés közben is meg kell vizsgálni. Az is gyakran megtörténik, hogy a fokozott repülési megterhelések miatt a pilóta kifárad és túlfárad, G-tűrőképessége lecsökken, és a hajózó ideiglenesen alkalmatlanná válik a repülésre. Pihentetése után nála is csak repülés közbeni vizsgálatot dönthet el biztonsággal, hogy helyreállt-e a G-tűrőképessége. Más alkalommal, ha belázosodik a hajózó, mert egy banális felső légúti hurutos megbetegedésben szenved, akkor is csak ideiglenesen válik alkalmatlanná, fel-

épülése után szövődménymentes esetben visszanyeri alkalmasságát.

Amint azt korábban említettük, az is előfordul, hogy a hajózónak rejtett szívritmuszavara van. Nyugalomban nem jelentkezik, de például repülés és űrrepülés közben akár az életét is veszélyeztető ritmuszavar alakul ki, vagyis a foglalkozás-specifikus megterhelése provokálja ezt. Ebben az esetben is kijelenthetjük, hogy repü-

A SPECIÁLIS FUNKCIONÁLIS DIAGNOSZTIKA

Célja

a rejtett működésbeli elégtelenség feltárása.

Feladata

- a munkaképességre való hatás vizsgálata;
- a lefolyás prognosztizálása.

Módszerei

A foglalkozásnak megfelelő terheléses próbák alkalmazása:

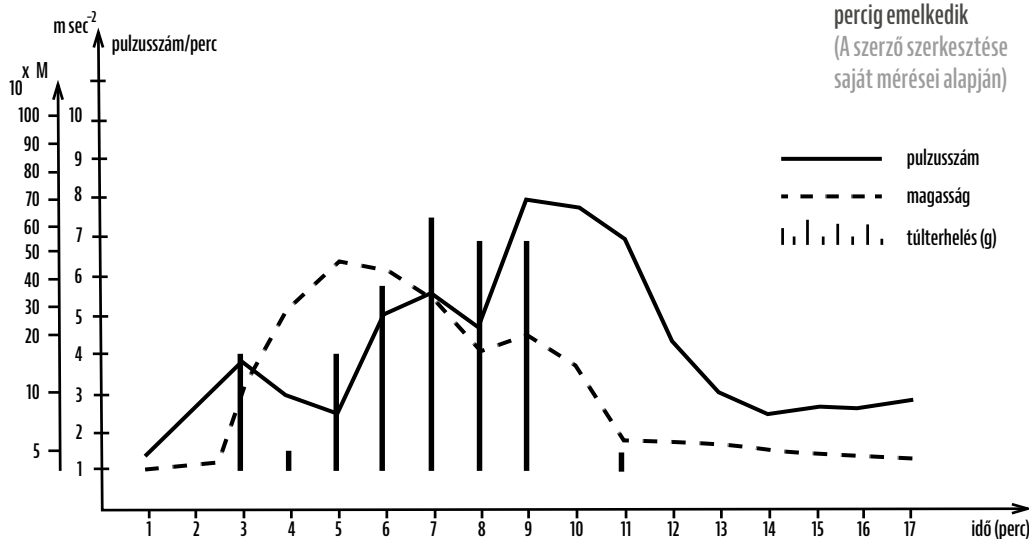
- a munkafeltételek modellezése közbeni vizsgálatok;
- környezeti hatások modellezése közbeni vizsgálatok;
- reális léghő- és űrrepülés közbeni vizsgálatok.

lésére való alkalmassága, vagy alkalmatlansága csakis foglalkozás-specifikus terhelés során állapítható meg.

A speciális repülőorvosi funkcionális diagnosztikával (SFDg) szerzett ismereteink egyrészt hozzájárultak a repülésbiztonsághoz, másrészt pedig gyakorlati jelentőséget kaptak a medicina egyéb területein is. Ez az irányzat volt akkoriban a repülő- és űrorvostan egyik legdinamikusabban fejlődő ága. Az SFDg célja azoknak a látens funkcionális károsodásoknak (LFK), illetőleg elégtelenségeknek a felderítése, amelyek a hajózóállomány munkaképességét extrém környezeti feltételek között korlátozhatják, azaz a repülés biztonságát veszélyeztethetik. [3]

A latens funkcionális károsodás és insuficiencia (elégtelenség) jelenthet csökkent, de még kompenzált állapotban lévő élettani működést, egy szabályozó mechanizmus elégtelenségét, illetőleg valamely élettani rendszer (például a vestibuláris, opto-kinetikus, propioceptív, statokinetikus stb.) túlérzékenységét. Ezeket túlmérolag rejtett működésbeli elégtelenséget jelent a korlátozott élettani tartalék, a foglalkozási kifáradás és túlfáradás, a betegséget megelőző (prodromális) állapot, a tünetmentesen lezajló betegség, illetőleg a betegségből felgyógyuló, lábadozó (rekonvaleszcens) állapot is. LFK-ról beszélünk akkor is, ha a betegségekkel szembeni ellenálló képesség csökken, akár egy bizonyos betegséggel szemben (specifikus rezisztencia), akár általában a megbetegedésekkel szemben (nem-specifikus rezisztencia).

2. ÁBRA. A reális repülés közbeni pulzusszám-változások a SZARPP-szalag (fedélzeti adatrögzítő) által rögzített repülési magasságokkal és a G-hatásokkal szinkronizálva. 6-7 G után a pulzusszám 130/percig emelkedik (A szerző szerkesztése saját mérési alapján)



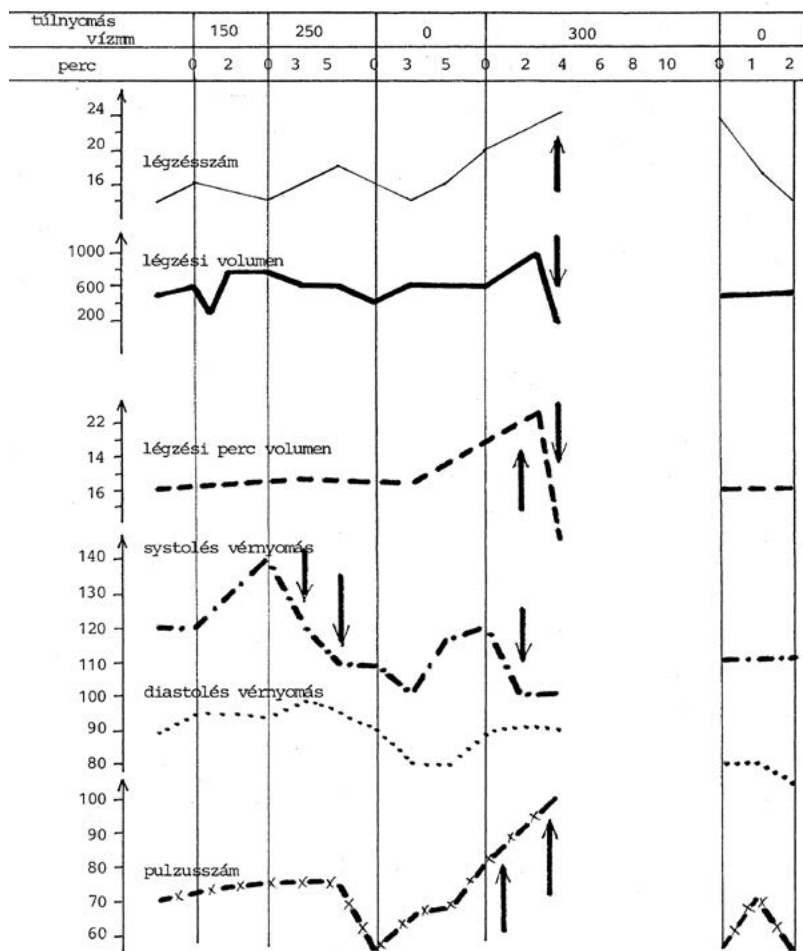


3. ÁBRA. Hypoxiás EEG-vizsgálat (A szerző felvétele)

Az SFDg feladata a feltárt LFK-k munkaképességre való hatásának tanulmányozása, valamint lefolyásának prognosztizálása. A foglalkozásnak megfelelő terheléses próbák alkalmazásával néhány munkafeltétel egyidejű modellezése közben (például barokamrában hypoxia és hypobarizmus egyidejű hatásának kitéve), vagy a hajózómunka legtipikusabb munkafeltételei közben (például szimulátorrepülés alatt), illetőleg a hajózátevékenységnek megfelelő munkavégzés idején alkalmazott komplex terhelés alkalmával (például túlnyomásos oxigénlézési terhelés szimulátoron való repülés közben), illetőleg reális repülés közben vizsgálja a szervezet pszichofiziológiai állapotát.

A repülésbiztonság szempontjából nagy jelentősége van a hajózáók rejtett szív-érrendszeri elváltozásainak. Foglalkozás-specifikus terheléses próbának tartjuk a túlnyomásos oxigénlézési terhelést (TOLT). Ennél a vizsgálatnál túlnyomásos oxigénléző készülék (KPT – Кислородный Прибор Тренировочный) segítségével 10 percen keresztül 300 vízmm túlnyomást adunk a tüdőre légző maszkon

4. ÁBRA. A légzés és a keringés mutatói TOLT-próba során rossz tüdőképeség esetén (A szerző szerkesztése saját mérései alapján)



2. TÁBLÁZAT. A ROVKI-ban bevezetett speciális repülő- és űrorvosi funkcionális diagnosztika vizsgálmódszerek (A szerző szerkesztése)

Vizsgálat helyszíne	Vizsgálatok
Barokamrában	hypoxia, hypobarizmus, dekompreszió, explozív dekompreszió, magassági ruha, barofunkció és hőterhelés vizsgálata
Ideggyógyászat	EEG-vizsgálat normobarikus hypoxiában, kiváltott válasz vizsgálata
Szemészet	vizuális teljesítményteszt
Fül-orr-gégészeten	Coriolis-erők kumulatív hatásának vizsgálata forgószekeken; egyenesvonalú és Coriolis-gyorsulás vizsgálata Hilov-hintán
Repülés Élettani Kutató Osztályon	TL-8 típusú, MiG-21-es repülőgép-szimulátoron történő kiképzési repülések alatti orvosi vizsgálat KTD-készülékkel; TOLT-próba, oximetria hypoxiában; kerékpár-ergometria, futószőnyeg-terhelés, kétlépcsős szubmaximális kerékpár-ergometria, vitamaxima-terhelés, maximális oxigénfelvétel mérése, spirometria; passzív ortosztatikus és antiortosztatikus próba billenőasztalon; változóirányú gravitációs térben oximetria, EKG, EEG, ENG, pulzushullám terjedési sebessége, systolés részdök, percvolumen változása, kerékpár-ergometria, oxigénfelvétel mérése; információfeldolgozó képesség (IFK) mérései saját tempón és idődeficitben, hypoxiában, változó irányú gravitációs térben, fizikai terhelés során; Holter EKG- és vérnyomás-monitorozás repülőgép-szimulátorban, vesztibuláris terhelésnél, hypoxiás terhelésnél, billenőasztalon, szuperszonikus repülőgépeken történő kiképzési repüléseken, napi tevékenység és éjszakai alvás közben
Pszichológián	komplex műszeres elektrofiziológiai vizsgálatok; autogén tréning, prognosztikai modell; IFK-mérések stressz-szituációban

keresztül. Rögzítjük az EKG-t, vérnyomást, a pulzus- és légzésszámot, valamint a légzési volument. Rossz tűrőképesség esetén a nagyvérkörben leesik a vérnyomás, a kisvérkörben hypotonia jön létre, a szívkoszorúerekben romlik a keringés, a légzés szabálytalanná válik, és végül a keringés és légzés összeomlása után eszméletvesztés léphet fel. Ezt természetesen nem szabad előidézni, az élettani paramétereket folyamatosan figyelni kell és a fenyegető tünetek fellépte esetén a terhelést idejekorán meg kell szakítani.

Megindultak a repülőorvosi táska, vagyis a Repülő Orvosi Komplett (ROK), valamint a Repülőorvosi Funkcionális Diagnosztikai Állomás (ROFDA) tervezési munkálatai is. Az ebben a témában leadott javaslatainkat [4] a Medicor jól tudta hasznosítani a klinikai gyakorlat számára fejlesztendő őrzőberendezéseinek és ágy melletti monitorjainak is. Nemcsak a műszerekkel kapcsolatos követelmények kidolgozásának, hanem a mért adatok feldolgozására tett javaslatainknak is nagy sikere volt. Ezeknek a terveknek a kéziratái is fennmaradtak.

Együttműködésünk a Medicorral sikeres volt, és ezt a partnereink nem is rejtették a véka alá. Jellemző erre, hogy Lipscher Ervin, a Medicor nagyhatalmú műszaki igazgatója is vette magának a fáradságot, és 1976-ban köszönő levelet írt dr. Vámos László vezérőrnagynak, az MN Egészségügyi Szolgálat főnökének. [5] 1976-ban egy érdekes közlemény jelent meg a szov-

jet katonarvosi folyóiratban, amelyben a KTD-készüléket méltatták.

„A KTD-1 hordozható diagnosztikai komplexum lehetővé teszi az EKG, a pulzus és légzésfrekvencia meghatározását, az artériás vérnyomás mérést, továbbá rendelkezik audiometriás egységgel. A készülék sikeresen alkalmazható éves szűrővizsgálatokra és a személyi állományban, valamint a tengeralttjárók személyzetének orvosi ellátásakor. Jelenleg már rendelkezünk néhányval a diagnosztikai komplexumból, és sikerrel próbáltuk ki őket a Haditengerészeti Légierő egészségügyi szolgálata intézményeiben és csapatainál. A készülék pozitív értékelést kapott. Ebben az évben még több ilyen készüléket kapnak a Fegyveres Erők más fegyvernemi egészségügyi szolgálatai is. A tervek szerint 1976-ban jelentős mennyiségű orvosi készülék és berendezés érkezik, többek között KTD-1 diagnosztikai táskák.” [6]

A MŰSZERFEJLESZTÉS SZEMÉLYES VONATKOZÁSAI

Ebben az időben már készen voltam az információfeldolgozó képesség (IFK) mérései elméletének a kidolgozásával, sőt már méréseket is végeztem a Kohó- és Gépipari Minisztérium Ipargazdasági Szervezési és Számítástechnikai Intézete (KGM ISZI) percepció mészereivel, amely képes volt a négyválasztásos reakcióidő méréseire. (8. ábra) Vizsgálataim adatait egy iskolai füzetbe írtam, amely a különböző reakcióidőkkel és számításokkal hamarosan meg is telt. Mivel akkoriban

számítógép még nem állt rendelkezésemre, manuálisan, egy logarléc segítségével számoltam ki az átlagokat és a szórásokat. Ez igencsak időrabló tevékenység volt, emlékszem, az egész szabadságom ráment. A nyári melegben a kórházi strandon, egy fűzfa árnyékában számolgattam a sebességeket és az átlagokat.

4. ÁBRA. Farkas Bertalan túlnyomásos oxigénlégzési teszten (A szerző felvétele)



mény érdekében.) Meg kellett adni tehát egy élettani minimumot, amelyet a rendszernek nem volt szabad értékelnie. Aztán a kézírásos jegyzeteim szerint vitákat folytattunk a szignálokra adott válaszoknál kialakuló automatizmusok szerepéről is. Továbbá a szignált kezdetben fény-, hang- és taktilis ingernek (vagyis a bőrfelületen keresztüli ingerfelvételnek, például egy rezgésnek) képzeltem el. Azonnal felmerült a probléma, mennyi ideig világítson a lámpa, bűgjon a hang, és működjön a taktilis inger. Be kellett vezetnünk a szignáldő fogalmát. Tehát mennyi ideig tartson a szignáldő, mitől induljon el, és mi oltsa ki? Például mitől gyulladjon ki a lámpa, meddig világítson, és mi oltsa ki? Bevezettük a ciklusidő fogalmát, amelyet két szignál követési idejében határoztunk meg. Hogyan jelenjen meg a fényszignál? Legyen egy kis lámpácska, vagy egy nulla, esetleg egy szám? Milyen legyen a kijelző? Mekkora legyen a fényereje? És így tovább. [8]

A PSZICHOLÓGIAI MŰSZER FEJLESZTÉSE

A KTD-munkák előrehaladásával párhuzamosan teljes mellszélességgel folytak egy önálló pszichológiai műszer fejlesztésének munkálatai is. 1976-ban elkészítettem az „Elgondolás a Reflex-relax készülék vizsgálatával kapcsolatban” című javaslatomat, ami az IFK-mérésével kapcsolatos követelmények mellett már a biofeedback-technikával és a galvanikus bőrreflex mérésével is foglalkozott, sőt egy kísérleti tervet is tartalmazott. [9]

Miután elkészült a műszer, kidolgoztuk a Reflex készülék üzemeltetésével kapcsolatos tudnivalókat. [10] A Medikor kiváló üzleti érzékkel az eddig Reflex-relax és Reflex készüléknek nevezett műszerünket a Balaton márkanévvel látta el. Ez nagyszerű ötlet volt, mert ez a megnevezés rövid, utal Magyarországra, közérthető, ezáltal jól reklámozható. Ettől kezdve feljegyzéseinken mi is a „Balaton készülék” megnevezést használtuk. [11] A KTD-készülékeket 1976-tól a Medikor Művek Orvosi Elektronikai Készülékek Gyára gyártotta. A KTD miskolci pályafutásáról Kovács Attila fejlesztőmérnök 2007-ben jelentette meg az interneten 1976-ban kezdődő emlékeit. [12]



„A termék, amelynek a gyártására a miskolci üzemet létrehozták, még a Medikor budapesti fejlesztésén készült, tulajdonképpen egy összetett, többfunkciós, diagnosztikai értékű paramétereket mérő orvosi műszer, a KTD volt. Egyik mérőcsatornája sem volt vadonatúj, legfeljebb ebben a kivitelben. Minden mérőegység létezett már a Medikor gyártmányválasztékában önálló, nagy, asztali készüléként, vagy egy őrző moduljaként. Az újdonság a kisméretű, cserélhető, fiókos kialakítás és a funkciók egy készülékbe zsúfolása volt. Igény lett egy katonai kivitelű KTD-re. Pesten is dolgoztak új készülékeken, mi is igyekeztünk újat hozni. A kecskeméti ROVKI-t is felkerestük néhányszor, megnéztünk mindent (csak az úrhajósjelölte-

ket nem láthattuk és a nevüket nem tudhattuk), követelményeket egyeztetettünk, majd készült egy **Диагност** (Diagnoszt) fantázianevű táska, amely csak a gyártásközi és a végső ellenőrzés szigorúságában különbözött az addigi sorozattermékektől. Később született egy valóban új konstrukciójú készülék: mind a külső kialakítás, mind a belső áramkörök, mind a kelező burkolat a speciális (katonai) kivitelű célozta.

E készülék kivitelezése közben már tudtuk: kisebb fogyasztású áramkörök, minimális analóg elektronika, éppen csak a mérendő fizikai jellemzőt elektromos jellé átalakító érzékelők kellene, és digitális jelfeldolgozás. Ezek akkor már reális igények voltak, nem valami valóságtól elrugaszkodott

7. ÁBRA. Medikor őrzőmonitor (A szerző felvétele)

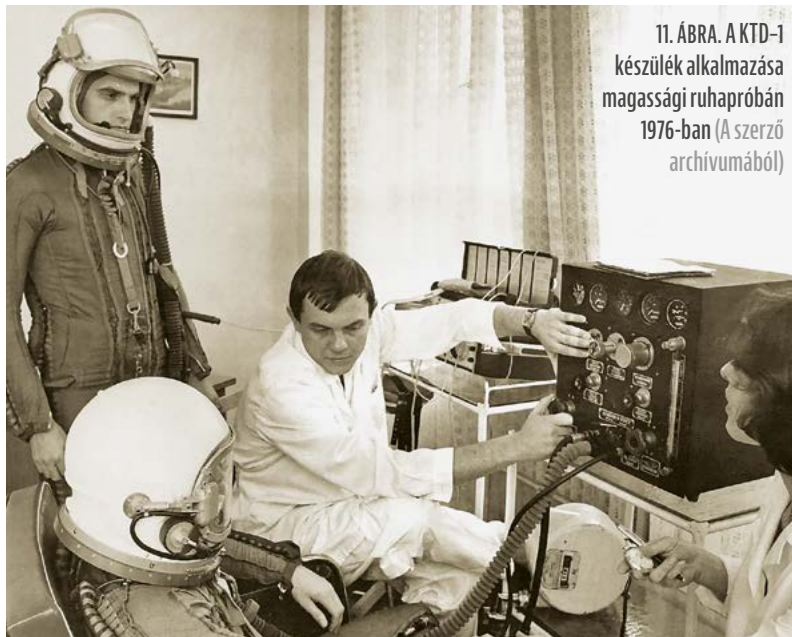
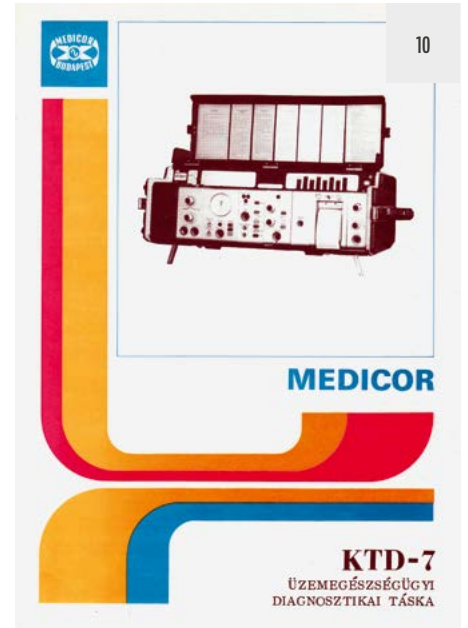


8. ÁBRA. A percepció műszer képes volt a négyválasztásos reakcióidő mérésére (A szerző felvétele)



9. ÁBRA. Farkas Bertalan egyszerű szenzomotoros reakcióidejének mérése a KTD-készülékkel. A kezében tartott kapcsolón felvillanó fényre kellett reagálnia (A szerző felvétele)

10. ÁBRA. A KTD-7 készülék a Medicor ismertető kiadványának címlapján (A szerző archívumából)



11. ÁBRA. A KTD-1 készülék alkalmazása magassági ruhapróbában 1976-ban (A szerző archívumából)

HIVATKOZÁSOK

- [1] Remes Péter: Funkcionális diagnosztikai vizsgáló-eljárások a szuperszonikus pilóták egészségügyi alkalmasságának objektív megítélése érdekében. 1. fejezet. 1–25. o. ROVKI publikációi. 1987. Évkönyv. Repülõorvosi Archívum Kecskemét. RAK 1987 00 00.
- [2] Remes Péter: A repülõgépvezetõk egészségi alkalmasságának elbírálási módszerei. IV. fejezet. 1–35. o. ROVKI publikációi. 1987. Évkönyv. Repülõorvosi Archívum Kecskemét. RAK 1987 00 00.
- [3] Remes P. et al.: Repülõorvosi funkcionális diagnosztika. Repülési lexikon. Akadémiai Kiadó, Budapest. 1991.
- [4] Jelentés a MN ROVKI-MEDICOR között létrejött kutatói együttmûködésrõl. Repülõorvosi Archívum Kecskemét. RAK 1977/5 01 03.
- [5] Lipscher Ervin levele dr. Vámos László vezérõrnagyhoz. Repülõorvosi Archívum Kecskemét. RAK 1976 07 29.
- [6] Tyurin, V. G.: A Magyar Népköztársaság orvosi iparának sikerei. Katonaorvosi folyóirat. Военно-Медицинский Журнал. 1976/10. Moszkva. Repülõorvosi Archívum Kecskemét. RAK 1976 10 24 02.
- [7] Remes Péter: Mûszer az információ feldolgozó képesség mérésére. 1–6. o. Repülõorvosi Archívum Kecskemét. RAK 1975.04.16.
- [8] Remes Péter: Emlékiratok 1974–1980. Felkészülés az űrrepülésre. 89–92. o.
- [9] Remes Péter: Elgondolás a Reflex-relax készülék vizsgálataival kapcsolatban. 1–7. o. Repülõorvosi Archívum Kecskemét. RAK 1976 40 10.
- [10] Remes Péter: Reflex készülék üzemeltetése. 1–3. o. Repülõorvosi Archívum Kecskemét. RAK 1976 40 12.
- [11] Remes Péter: Elgondolás a Balaton készülék vizsgálataival kapcsolatban. 1–2. o. Repülõorvosi Archívum Kecskemét. RAK 1976 40 14.
- [12] Kovács Attila: A tc29Z az elsõ és egyetlen. Repülõorvosi Archívum Kecskemét. RAK 1976 40 80.

vágyalmok, mivel addigra az eszközök is megszülettek a világban: a mikroprocesszorok erre az idõszakra nem csak távoli laboratóriumok kísérleti eszközei voltak már, hanem elérhetõ, megvásárolható alkatrészek. Segített egy fiatal budapesti fejlesztõ, Kása Zoltán, aki a mikroprocesszoros technika Medicoron belüli meghonosítását tűzte ki célul maga elé. Z80 dokumentációt és áramköri ötleteket adott.

Mi is kaptunk új fejlesztési feladatot: egy szovjet bevizsgáló- és kutatóintézet, a **ВНИИИМТ** (VNIIMT) jelezte, hogy pilóták gyors, felszállás elõtti vizsgálata számára nagyobb mennyiségben vásárolna erre alkalmas készüléket, ha kifejlesztենék. A vérnyomásmérésre alkalmas mikrofont viszont õk adnák. A szovjet piac nagy piac volt, erre rá kellett mozdulnunk. A készülék neve ROK-1 (Repülõorvosi Készülék) lett, a szovjetek a **Барьер** (Barrier = Akadály) fantázianevet adták neki. A ROK sikeres termék lett. Az általunk tervezett változatban kb. 3000 darabot adott el a Medicor. A gyártása Esztergomba került, ahol pár év után... még további, jóval 3000 fölötti darabszám készült belõle."

A modulrendszerû KTD-bõl az igényeknek megfelelõen többféle változat is készült. A KTD-6 például az izommûködés vizsgálatára szolgált, a KTD-7 pedig az üzemegészségügyi vizsgálatokban volt használatos. ■

(Folytatjuk)



1. ábra. A JUICE tesztelése az ESA napszimulátorral rendelkező hő-vákuum kamrájában (Fotó: ESA)

SZALAI SÁNDOR* – NAGY JÁNOS** – VIZI PÁL GÁBOR***

A JUICE-ŰRSZONDA MAGYAR GYÁRTMÁNYÚ TÁPEGYSÉGE

Az Európai Űrügynökség (European Space Agency – ESA) JUICE (Jupiter ICy Moons Explorer) nevű űrszondája a Jupiter és három, óceánnal rendelkező holdja – a Ganymedes, a Callisto és az Europa – kutatására készült.

[1] [2] A szonda a Jupiter rendszerét, környezetét és a lehetséges élet létezését fogja kutatni, és ezért a négy nagy hold közül a három jeges hold összetételének, a felszín alatti folyé-

kony vízrétegeknek vizsgálatát végzi majd. A magyar KFKI Részecske és Magfizikai Kutatóintézet – jelenlegi neve HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpont – továbbiakban WFK – kutatói és mérnökei 2010-ben, ESA-tagságunk előtt 5 évvel kapcsolódtak be a JUICE-szonda műszereinek fejlesztésébe, két tagország kérésére.

A Jupiter Naprendszerünk legnagyobb bolygója, amely 300-szor na-

gyobb tömegű, és ötször messzebb van a Naptól, mint a Föld. A Jupiteren egy év tizenkétszer hosszabb a földinél, de egy jupiteri nap csak tíz óra hosszú. A bolygók közül a Jupiternek van a legtöbb holdja. A csillagászok körében a Jupiter már több évszázada a kutatások tárgya. Galileo Galilei a négy nagy holdat (Io, Europa, Callisto, Ganymedes) már 1610-ben felfedezte, ezért nevezik ezt a négy holdat Galilei-hol-

Összefoglalás: A JUICE-program a Jupiter és három holdjának tanulmányozását végzi, mely utóbbiak jeges felszíne alatt óceánok találhatóak. Azt is vizsgálni fogja, jelen vannak-e ezeken a holdakon az élet kialakulásának feltételei, továbbá a Jupiter magnetoszférájának ionos összetételét, a magnetoszféra és a holdfelszínről felszabaduló részecskék közötti kölcsönhatási folyamatokat. Az űrszonda többször is el fog repülni a Jupiter és három holdja (Ganymedes, Callisto, Europa) mellett, majd pályára áll a Ganymedes körül.

Kulcsszavak: JUICE, Jupiter, Galilei-holdak, DC-DC átalakító, földi ellenőrző berendezés, PEP, SpaceWire

Abstract: The JUICE programme is studying Jupiter and its three moons, beneath the icy surfaces of which are hidden oceans. It will also investigate the conditions on these moons for the development of life, and the ionic composition of Jupiter's magnetosphere and the interaction processes between the magnetosphere and particles released from the surface of the moons. The spacecraft will fly several times past Jupiter and three of its moons (Ganymede, Callisto and Europa), and then orbit Ganymede.

Keywords: JUICE, Jupiter, Galilean moons, DC-DC converter, electrical ground support equipment, PEP, SpaceWire

* MTA doktora; HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpont; kutató professor emeritus. ORCID: 0000-0003-3979-084X

** PhD; HUN-REN Energetikai Kutatóközpont; témavezető. ORCID: 0009-0004-9491-0888

*** HUN-REN Energetikai Kutatóközpont; csoportvezető. ORCID: 0009-0007-7001-8782



daknak. A NASA első, Jupitert kutató űrszondája szintén az ő nevéet kapta.

Mára már kilenc űrszonda közelítette meg a Jupitert: a Pioneer-10, a Pioneer-11, a Voyager-1, a Voyager-2, a Galileo, az Ulysses, a Cassini, a New Horizons és a Juno. A felsorolt NASA-szondák közül a Galileo és a Juno nemcsak elrepültek a bolygó mellett, hanem a Jupiter körül pályára is álltak. A Galileo-szonda 1995-ben állt a Jupiter körüli pályára, és közel nyolc évig vizsgálta a bolygót. 2016-ban a Juno-szonda állt a bolygó körüli pályára, és küldetésének kétszeri meghosszabbítása után, jelenleg 2025 szeptemberéig tervezik fenntartani működtetését. A Juno működése hasonlóan fog befejeződni mint a Cassini-szondáé, azaz a kutatási tárgyát szolgáló gázbolygóba nagy sebességgel bevezérlik, hogy elégjen. Ezáltal kizárják annak a lehetőségét, hogy a Földről véletlenül hozott szennyeződés valamelyik holdra kerülve azt „megfertőzze”.

Jelenleg újabb két szonda van úton a Jupiter felé annak kutatására. 2024. október 14-én indult a NASA eddigi legnagyobb bolygóközi szondája az Europa Clipper, amely a lehetséges életet fogja kutatni az Europa holdon; 2031 tavaszán áll majd az Europa hold körüli pályára. Az ESA JUICE nevű szondájának a tervezett 2022. júniusi indítása 2023. április 14-re tolódtott, és így a Jupiterhez érkezése 2031-ben, csak az Europa Clipper után várható. A küldetés célja, hogy a Jupitert és környezetét vizsgálja majd, különösen a Galilei-féle holdjai közül hármát, az Európát, a Ganymedest és a Callistót, hiszen ezekről feltételezik, hogy jeges kérgük alatt folyékony óceánok találhatóak. Ezért a szonda lakható világok kialakulását is vizsgálni fogja a gázóriás körül.

A JUICE-űrszonda három tengelyre stabilizált, tömege 2400 kg (össztömege a szükséges pályakorrekciós üzemanyaggal együtt 6000 kg). A JUICE-szondát indító Ariane-5 rakéta hajtóanyaggal feltöltve 754 tonna tömegű volt, amelyről közel fél óra után vált le az űrszonda. Az egyes napelemtáblák mérete kb. 2,5 m × 3,5 m; az űrszonda mindkét oldalán elhelyezett öt-öt napelem két jellegzetes, kereszt alakú tömbben található, felülete összesen 87,5 m². (2. ábra) A Jupiternél a 10 tábla kb. 850 W elektromos telje-

sítményt tud majd biztosítani. A kommunikáció elsősorban egy fix, 2,5 méter átmérőjű, nagy nyereségű parabolaantennán, valamint egy irányítható, közepes nyereségű antennán keresztül történik, mind az X-, mind a K-sávban (8–12, illetve 18–24 GHz-es frekvenciatartományban). A földi rádióteleszkópos vevőhálózat segítségével 2 Gb/nap az adatátviteli sebesség a Föld irányába. A fedélzeti átmeneti adattárolási kapacitás 1,25 Tb.

A JUICE indítását követően több tervezett gravitációs pályakorrekció volt és lesz – a korlátozott mennyiségű korrekciós hajtóanyag minimális felhasználásával – a Jupiterhez vezetett pályára állítására:

- a Hold-Föld-rendszer melletti elrepülés 2024. aug. 19. (Hold) és 20. (Föld);
- a Vénusz melletti elrepülés 2025. aug. 31.;
- második elrepülés a Föld mellett 2026. szept. 29.;
- harmadik és egyben utolsó elrepülés a Föld mellett 2029. jan. 18.;
- a Jupiterhez a terv szerint 2031 júliusában érkezik;
- a Jupiter körüli pályára állítás a Ganymedes hold mellett több gravitációs pályakorrekcióval;
- sebességcsökkentés a Ganymedes és Callisto holdak segítségével;
- a keringési pálya dőlésszögének növelése 10–12 fokkal a Callisto gravitációs hatásával.

Az űrszonda a Ganymedes és a Callisto melletti elrepüléseket használja majd a végleges kutatási pálya elérésére. Ezeket a pályákat a Jupiter és holdjai tanulmányozására használják majd. Először a Ganymedes körüli erősen elliptikus pályára állítják a szondát. A Jupiter perturbáló hatására a pálya 5000 km-es körpályává fejlődik, majd a szonda 500 km-es körpályára ereszkedik. Az ebben a magasságban végzett térképezés és egyéb vizsgálatok után a Ganymedes felszínétől 200 km-es körpályára süllyesztik. Az eszköz névleges küldetése kb. három év után ér véget, de lehetőség van annak 200 vagy több nappal történő meghosszabbítására. A feladat minden esetben a Ganymedes felszínére való becsapódással ér véget.

A JUICE-program megvalósításában 23 ország 18 kutatóintézete és 83 cégé-

nek több mint 2000 kutatója, mérnöke és munkatársa vett részt. A költségek elérik az 1,6 milliárd eurót. A résztvevő európai országok: Ausztria, Belgium, Csehország, Egyesült Királyság, Franciaország, Görögország, Lengyelország, Magyarország, Németország, Olaszország, Spanyolország, Svájc, és Svédország. Hazánkban a Wigner Fizikai Kutatóközpont, az SGF Kft., valamint a Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont kapcsolódott be a JUICE-szondára kerülő műszerek fejlesztésébe.

A JUICE küldetése túlmutat az óceánok tanulmányozásán, mivel a Ganymedes egyedülálló mágneses mezőjének eredetét is szeretnék kideríteni. A Merkúrnál nagyobb Ganymedes az egyetlen olyan hold a Naprendszerben, amely saját mágneses mezővel rendelkezik – egy kis mágneses buborék a Jupiter sokkal nagyobb mágneses mezőjén belül. A Ganymedes és a Jupiter mágneses mezői állandó kölcsönhatásban vannak a bolygó környezetében lévő elektromágneses mezővel és részecskével. Ezek a Napból, a csillagközi térből és a Jupiter vulkanikus holdjáról, az Ióról származnak, amely az egész Jupiter-rendszerben terjedő nagy energiájú részecskéket lövell ki.

Az űrszonda 10 tudományos műszert tartalmaz, [3] köztük távérzékelő, geofizikai és közvetlen mérőműszereket (ezek tömege 280 kg), továbbá két kísérletet a szondán lévő ún. szolgálati egységek felhasználásával hajtanak végre.

1. Távérzékelő műszerek:

- a) A JANUS-kamerarendszer nagy felbontásban fogja fényképezni a Jupiter felhőzetét, valamint a Ganymedes és az Europa holdak felszínét. Tizenhárom spektrális csatornája van a látható és a közeli infravörös tartományban, lehetővé téve az ásványtani vizsgálatot is. A Ganymedest akár 2,4 m-es, a Jupiter felhőzetét pedig mintegy 10 km-es felbontással fogja vizsgálni.
- b) A képképező spektrométer (Moons and Jupiter Imaging Spectrometer – MAJIS) a Jupiter felhőzetének jellemzőit és légköri összetevőit fogja megfigyelni, valamint a jeges holdak felszínén található jég és ásványi anyagok vizsgálatára szolgál.

c) Az ibolyántúli képalkotó spektrográf (Ultraviolet Spectrograph – UVS) a jeges holdak exoszférájának összetételét és dinamikáját, a Jupiter sarki fényét, valamint a bolygó felső légkörének összetételét és szerkezetét vizsgálja.

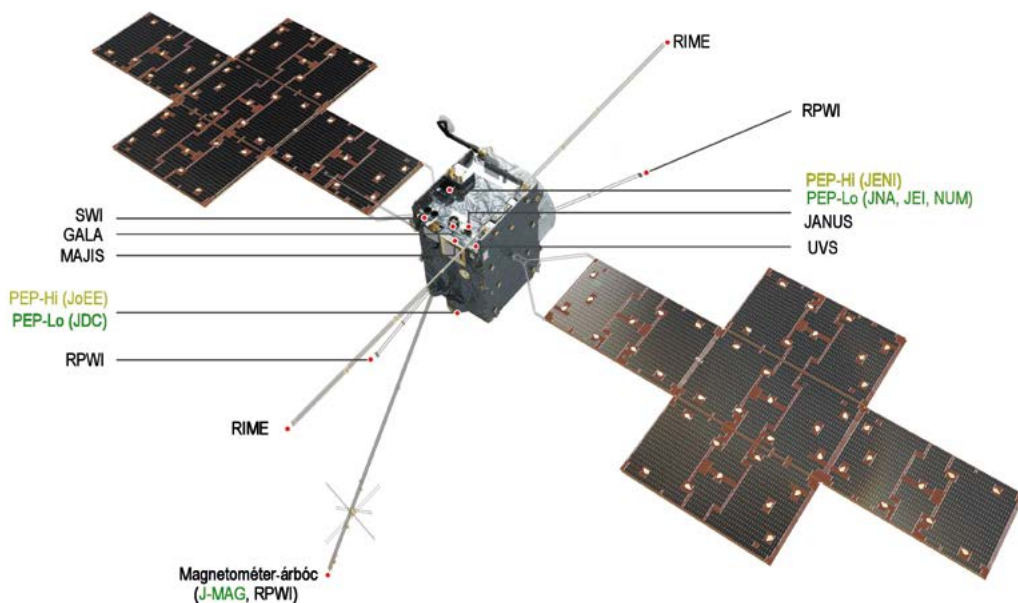
d) A szubmilliméteres hullámmérő (Submillimeter Wave Instrument – SWI) a Jupiter légkörének hőmérsékleti szerkezetét, összetételét és dinamikáját, valamint a jeges holdak exoszféráját és felszínét fogja vizsgálni.

2. Geofizikai műszerek:

a) A lézeres magasságmérő (GAnymedes Laser Altimeter – GALA) a Ganymedes árapály-deformációját és a jeges holdak felszínének topográfiáját fogja tanulmányozni.

b) A jégén áthatoló radar (Radar for Icy Moon Exploration – RIME) a jeges holdak felszín alatti szerkezetét vizsgálja kilenc kilométeres mélységig.

c) A holdak gravitációját és geofizikáját vizsgáló (Gravity & Geophysics of Jupiter and Galilean Moons – 3GM) rádiórendszer a Ganymedes gravitációs terét, a jeges holdak belső óceánjainak kiterjedését, valamint a Jupiter és holdjai semleges légkörének és ionoszférájának szerkezetét vizsgálja. A 3GM elektronikai egységei, a Ka-transponder, az ultrastabil oszcillátor és a nagy



pontosságú gyorsulásmérő a szonda védett belső terében található.

3. Közvetlen mérőműszerek:

a) Részecskedetektor-rendszer (Particle Environment Package – PEP), amely hat különböző fajta részecske detektálására alkalmas érzékelőegységből áll.

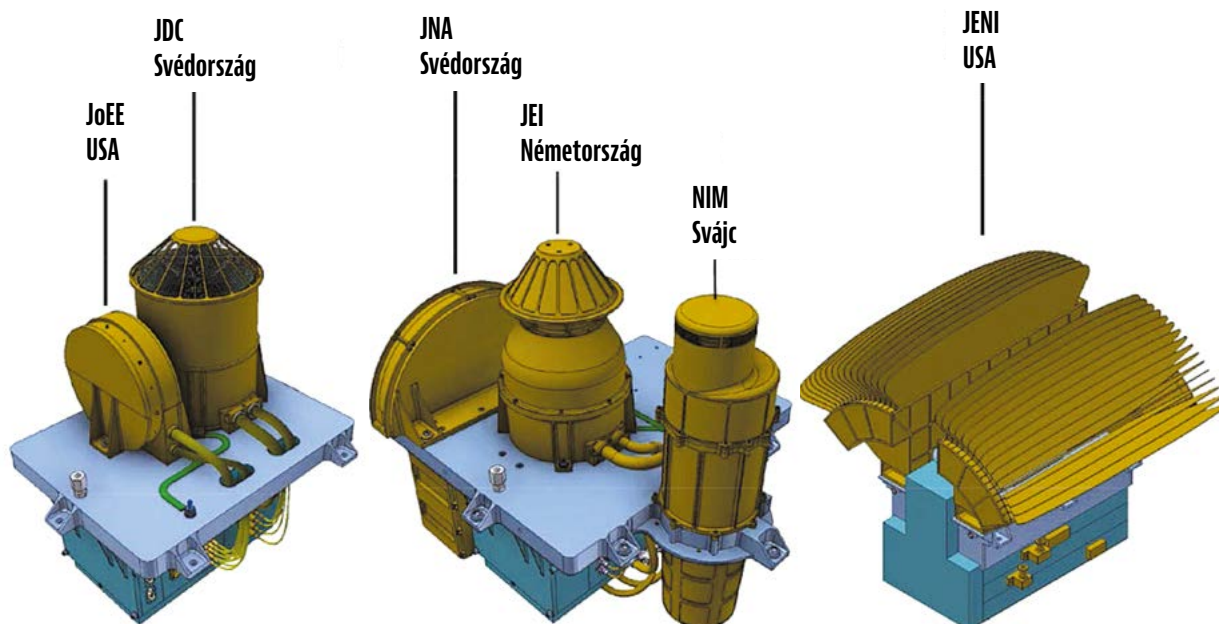
b) Magnetómetér (Jupiter Magnetometer – J-MAG), amely elektromos- és mágnesesmező-érzékelőket és négy Langmuir-szondát tartalmaz.

c) A rádió és plazmahullám-mérő (Radio and Plasma Wave Investigation – RPWI) műszer a Jupiter és jeges holdjainak rádiószugárzását és plazmakörnyezetét fogja vizsgálni.

4. Kísérletek szolgálati egységek felhasználásával:

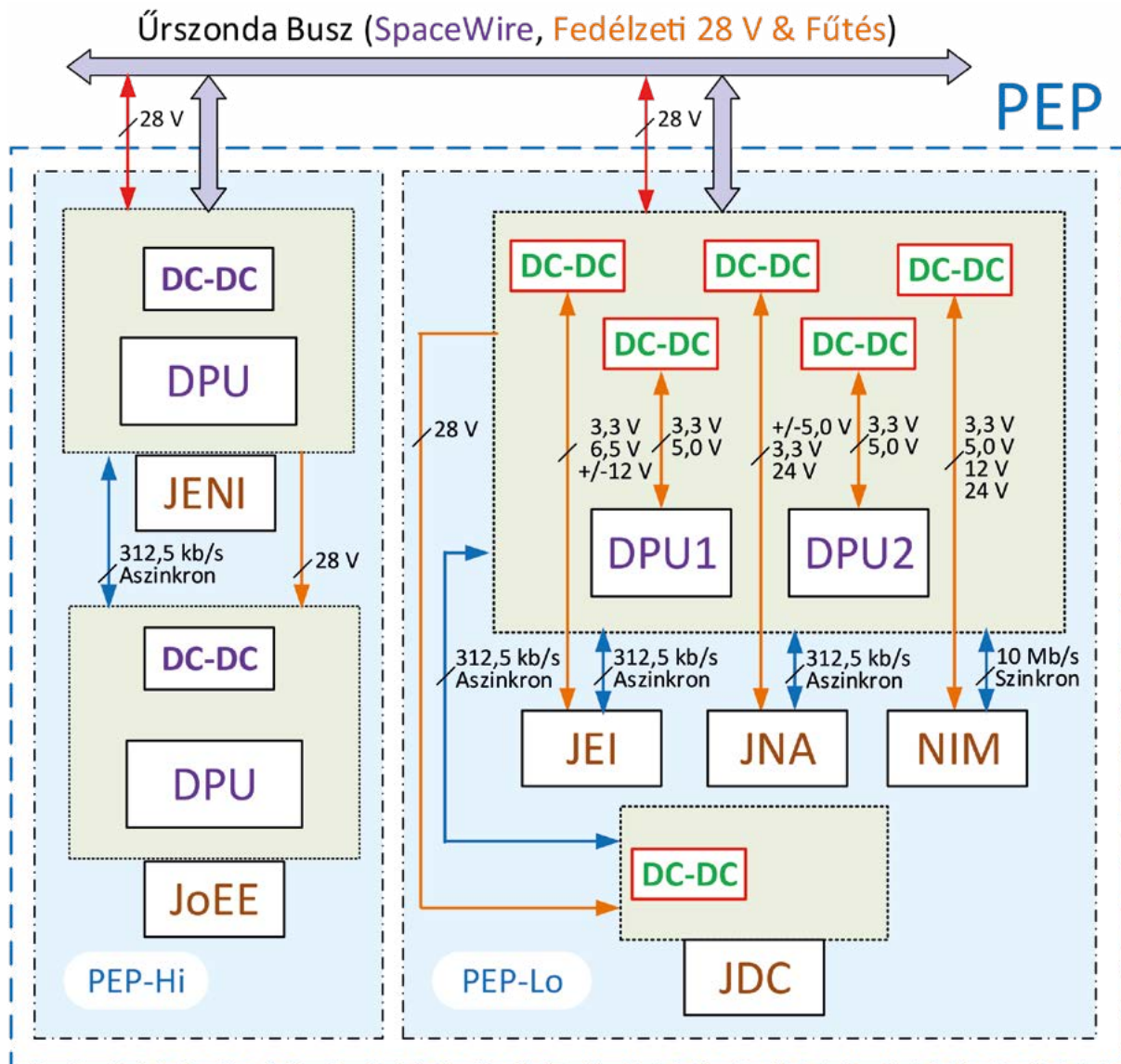
a) A rádió interferométerrel (Planetary Radio Interferometer & Doppler Experiment – PRIDE) végzendő kísérlet földbázisú, nagyon hosszú alapvonalú interferometriát használ az űrszonda helyzetének és sebességének pontos meghatározására. A PRIDE-kísérlet az űrszonda szabványos távközlési rendszerét használja a földi rádióteleszkópokkal együtt a JUICE-űrszonda helyzetének és sebességének pontos meghatározására, a Jupiter és a jeges holdak gravitációs mezőinek vizsgálataihoz, és ezek belső szerkezetének megismerésére.

2. ÁBRA. A tudományos műszerek elhelyezése az űrszondán (A szerzők szerkesztése az ESA ábrája alapján)



3. ÁBRA. A PEP hat érzékelője és azok gyártó országai (Forrás: Svédországi Űrfizikai Kutatóintézet [Institutet För Rymdfysik – IRF])

4. ÁBRA. A PEP-műszeregység funkcionális blokkvázlata (Forrás: WFK)



b) A nagysugárdózis-indikálóegység (Radiation hard Electron Monitor – RADEM) a tudományos műszerek számára szolgáltató figyelmeztető jelet, azok esetleges kikapcsolására. Ugyanakkor a folyamatos mérési adatait felhasználva regisztrálni lehet vele a sugárzási fluxust a Jupiter környezetében.

A JUICE antennái és árbócai számos mágneses érzékelőt tartanak távol az űreszköz testétől, hogy elkerüljék a szonda működése során a változó áramfelvételek által keltett zavaró interferenciát. A JUICE magnetométere (J-MAG) és a rádió- és plazmahullám-vizsgáló (RPWI) műszer két érzékelőjét egy 10,6 m hosszú kinyúló árbócra szerelték. Az RPWI négy Langmuir-szondája 3 méteres árbócokra került (csak 2 látszik a 2. ábrán).

Egy 16 méter hosszú, kinyúló antennán található a radarműszer (RIME).

Magyarországról a WFK és az SGF Kft. a PEP-műszer együttes fejlesztésében vett részt. Az SGF Kft. a J-MAG-műszer részére is fejlesztett földi ellenőrző berendezést. A HUNREN Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont a PRIDE tudományos kísérlet adatfeldolgozásában vesz részt.

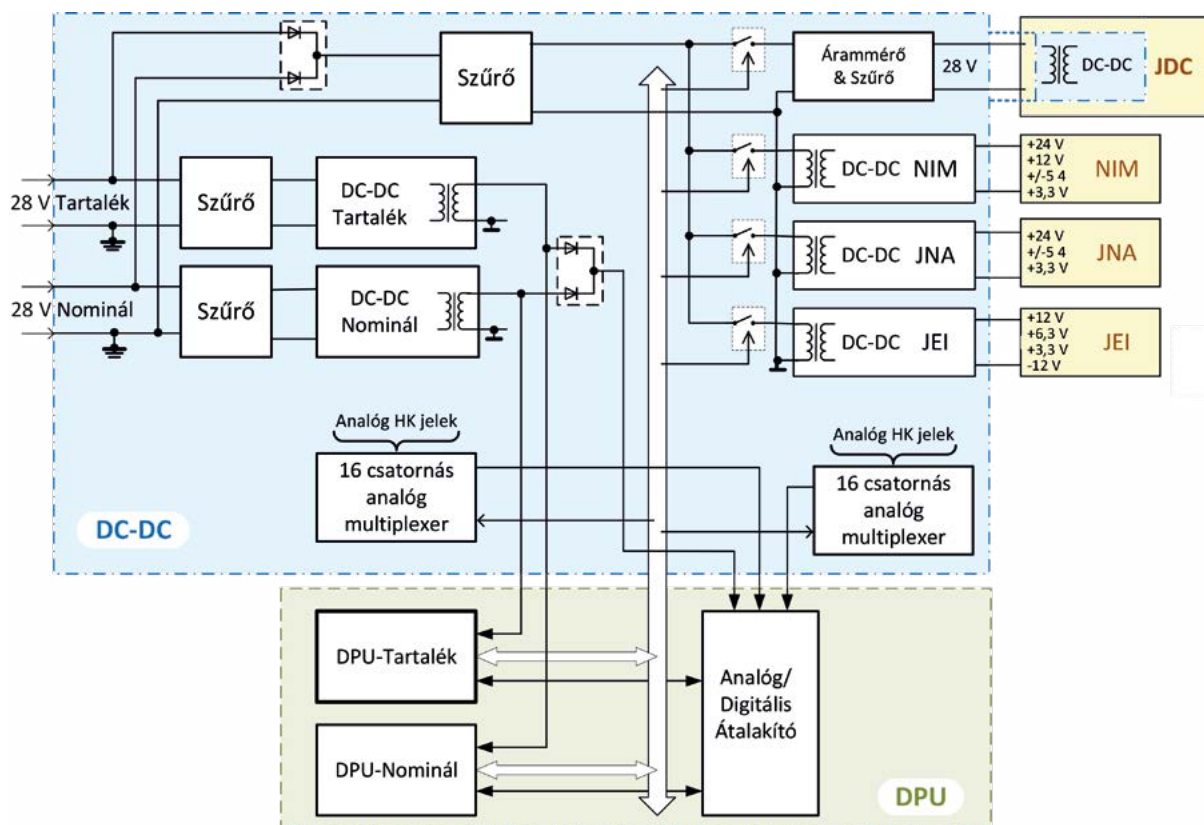
A PEP-műszeregység egy részecske-spektrométer a Jupiter-rendszerben lévő semleges és töltött részecskék mérésére, hat különböző érzékelővel, ami mérni fogja a pozitív és negatív ionok, elektronok, exoszférikus semleges gáz, termikus plazma és nagy energiájú semleges atomok sűrűségét és áramlását. [2] [3] A PEP-rendszer két alegységből áll [4]:

PEP-Hi alegység:

1. A nagy energiájú elektronok mérőműszere (Jovian Energetic Electrons – JoEE) a nagy energiájú elektronok irányeloszlását méri, amely az elektronok szögeloszlásai a gyorsulásmechanizmusa, a mágneses mező topológiája és a határfelületek meghatározására alkalmas (nagy energiájú elektronok 25 keV–1 MeV).
2. A nagy energiájú részecskék mérőműszere (Jovian Energetic Neutrals and Ions – JENI). Az Europa és az Io exoszféra és a magnetoszféra globális képalkotását nagy felbontású energetikai ionmérésekkel kombinálva lehet majd kiértékelni (nagy energiájú elektron <5 MeV, ionok ~0,5–300 keV).

PEP-Lo alegység:

3. Az elektron és ion mérőműszere (Jovian Electrons and Ions – JEI)

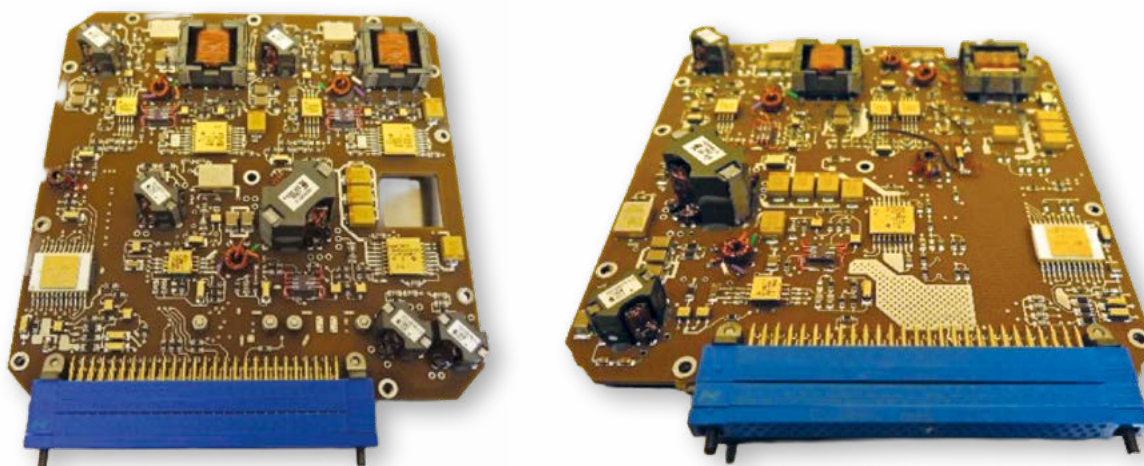


5. ÁBRA. A PEP-Lo tápellátási rendszere (Forrás: WFK)

- a plazma elektronjait méri. Az elektronplazma aktuális 3D-eloszlását vizsgálja nagy energiafelbontással, a holdak auroraiban elektronok és gáz ionizációjának mérésével (~1 eV–50 keV).
4. A plazma pozitív ionjainak mérőműszere (Jovian plasma Dynamics and Composition – JDC). Méri az ionplazmát és annak összetételének aktuális 3D-áramlását a magnetosféra és a magnetosféra-hold kölcsönhatásoknál (1 eV–41 keV).
5. Ez a műszer a plazma nagy energiájú semleges atomjainak energiáját méri (Jovian Neutrals Analyser

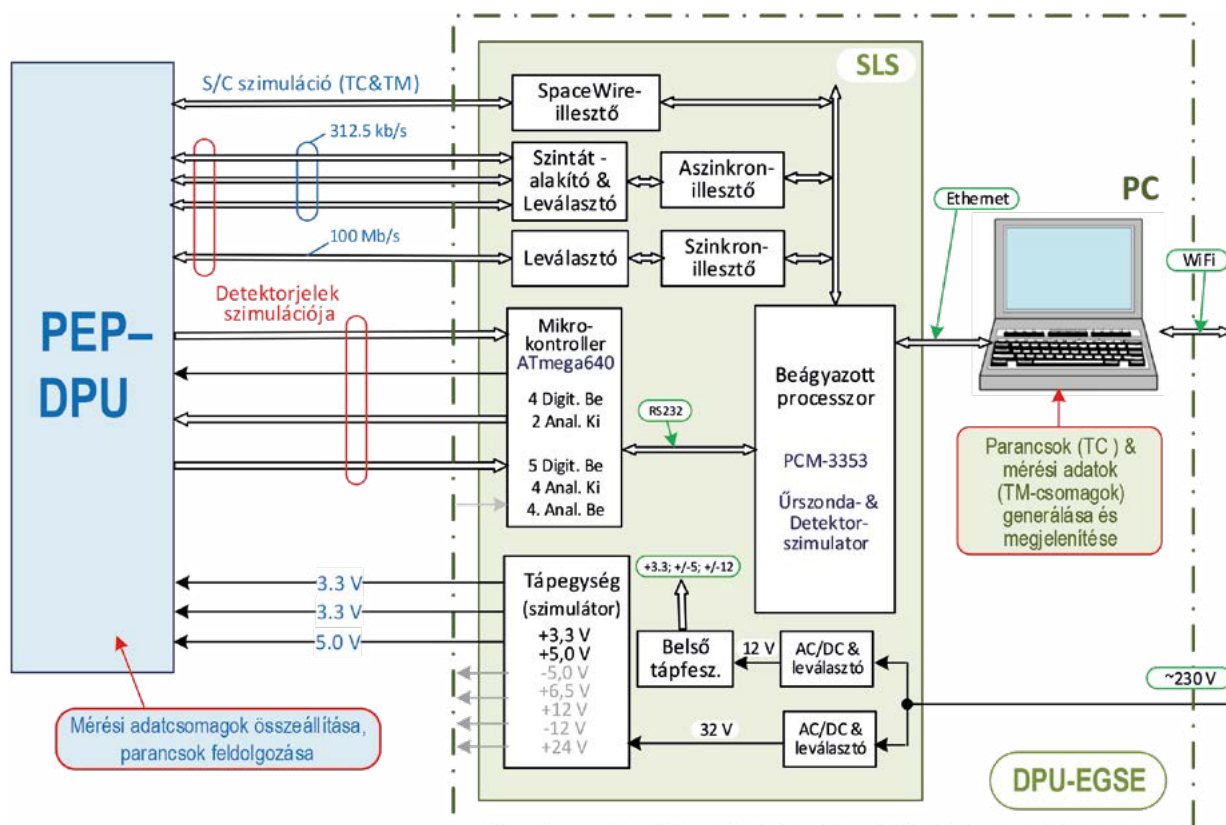
- JNA), az Europa, a Ganymedes és a Callisto exoszférajának első közvetlen mintavételével (10 eV–3 keV).
6. A semleges gáz és ion tömegspektrométer (Neutral Ion Mass spectrometer – NIM) a semleges légköri gáz- és ionszféraionok mérését végzi. Az Europa, a Ganymedes és a Callisto exoszférajának első közvetlen mintavétele (thermal semleges ion <5 eV; tömeg: 1–1000 atomi tömegegység).
- A PEP-rendszer egységeinek tömege 50 kg, maximális fogyasztása 72 W.
- A WFK mérnökei fejlesztették a PEP-Lo négy részecskeérzékelő-

je (JNA, JEI, NIM és JDC), valamint a tartalékolt processzoregység (Digital Processor Unit – DPU) részére az áramellátó egységet, az úgynevezett alacsony feszültségű, egyenáramú-feszültség-átalakítót (Direct Current – Direct Current converter – DC–DC). [6] Az egység feladata a fedélzeti 28 V feszültségből előállítani a PEP-Lo egyes műszerei által igényelt feszültségeket. A feszültségek egymástól izolálva vannak, így a szenzorok működése egymásra nem hat (áthallás), tranzienseket nem generál, valamint zárlatból eredő meghibásodások terjedését megakadályozza. A PEP-mérőrendszer tápellátási funk-



6. ÁBRA. A PEP DC-DC négy kártyája közül kettő (Fotó: WFK)

7. ÁBRA. A PEP-DPU egységének bemérését segítő EGSE. (TeleCommand - TC; TeleMetria - TM; űrszonda [Space Craft - S/C]) (Forrás: SGF Kft.)



cionális blokkvázlata az 5. ábrán látható. A DC-DC-egységet négy nyomtatott áramkörti kártyán valósították meg. A JDC-mérőegység részére készített DC-DC kártya fizikailag a detektorral közös egységben található, melynek mérete 80x120 mm. A másik három kártya (méretük 125x130 mm) a DPU-val közös dobozba került. (6. ábra) A tartalékolt processzoregység számára a DC-DC-ben is tartalékolt tápfeszültség-ellátás lett kialakítva. A DPU megkettőzésének köszönhetően a nominális DPU meghibásodása esetén a tartalék DPU biztosítja a mérési adatok továbbítását. A szenzorok mérési tartományában némi átfedés van, ami szintén bizonyos redundanciát biztosít.

A DC-DC kártyák topológiájának tervezését a laboratóriumi működő kártya bemérése után újra kellett kezdeni, mert a PEP közös elektronikai-egység-dobozában, a hátlapon lévő „busz” jellegű csatlakozó kiosztását a processzorkártya miatt jelentősen meg kellett változtatni. Ezenfelül meg kellett felelni az ESA ECSS-Q-ST-70-12C dokumentum által előírt, a nyomtatott áramkörök tervezésére vonatkozó 520 előírásnak. A DC-DC kártya bemérése egy külön földi

ellenőrző-berendezés (EGSE) készült, amely megkönnyítette, „automatizálta” a kártyák bemérését. A DC-DC elektromos makettjéből több példányt is kellett készíteni a részecskeérzékelő egységek fejlesztői számára.

Az űrkutatási műszereknek igen szigorú követelményeknek kell megfelelniük, és a megbízhatóságukat többszörösen ellenőrizni kell. Az alkatrészeket az Európai Űrügynökség által engedélyezett alkatrészlistáról (Preferred Parts List – PPL) lehetett kiválasztani, amely a világűrbeli használatra minősített alkatrészeket tartalmazza. Az induktivitásokat az ESA által minősített gyártó egyedileg készítette számunkra.

A JUICE többéves bolygóközi utazása során, de különösen a Jupiter környezetében jelentős sugárzással kell számolni, ennek megfelelően a kiválasztott alkatrészeknek sugárzázállónak kell lenniük, 50 krad dózist hiba nélkül el kell viselniük. Az áramkörti alkatrészek elhelyezése során szimulálták a várható sugárterhelést és a mechanikába beépített árnyékolással csökkentették azt (a szonda belsejében max. 50 krad-ra), mely érték az emberi szervezet esetében a halálos dózis közel ötvenszerese.

A műszereknek az indításkor fellépő vibráció, valamint a bolygóközi térszélsőséges hő- és vákuumhatásai ellenére is működőképesnek kell maradniuk. A Vénusz melletti elrepülésnél +250 °C, a Jupiternél pedig csak -230 °C hőmérséklet várható, ezért a szondát többretegű szigetelőanyag (Multi-Layer Insulation – MLI) borították be. Az űrben nincs levegő, ami a műszer működése során a keletkeztetett hőt elvezetné, ezért nemcsak az alkatrészek, de az elektronikusártya (9. és 10. ábra), valamint műszeregység (11. ábra) és űrszonda-szinten (1. ábra) is ellenőrizték a megbízható működést, mind a vibráció, mind a hő- és vákuumhatások alatt a megfelelő szimulátorokban.

Az áramkör megbízhatóságát a legjobb és a legrosszabb eset elemzésével (Worst-case analysis), a várható élettartamára vonatkozó számításokkal, az egyes alkatrészekre fellépő maximális terhelések számításával és azokra történő méretezéssel biztosítottuk. Az áramkörti tesztek elvégzése egy adott konfiguráció működését vizsgálja, a szimuláció viszont szélesebb tartományban, az alkatrész-paraméterek különféle lehetséges értékeinél elemzi a működést, így újabb

példányok szerelésénél az alkatrészek paramétereinek szórása esetén is a megfelelő működés biztosítható.

A szerelést csak az ESA szerelési tanfolyamait elvégzett személyek végezhetik, ehhez a szerelési vizsgát két évente meg kell ismételnük. A laboratóriumot, ahol a szerelést végzik, minősíteni kell, és minden egyes alkatrész tokozására külön tanúsítvánnyal kell rendelkezniük, továbbá minden egyes forrasztást fotókkal szükséges dokumentálniuk. Magyarországon nem volt ilyen – minden szükséges tanúsítvánnyal rendelkező – labor, és ez jelentős problémát okozott, amikor a bemérés során néhány passzív alkatrészt cserélni kellett volna, így ezt Angliában kellett elvégezni. A szerelés után a kártyákat védőbevonattal (conformal coating) kellett ellátni, ami megakadályozza, hogy az alkatrészekből az űrbeli vákuum hatására anyagreszcsekk lépjenek ki, amelyek a műszerek méréseit módosíthatnák.

Az űrszondán lévő tudományos műszerek egymás működését nem zavarhatják, ezért az elektromos, nemkívánatos, kisugárzott zavarójeleket adott szint alatt kell tartani. A káros interferenciák megelőzése érdekében a szondára kerülő műszereknek meg kell felelniük az elektromágneses összeférhetőségi (Electromagnetic Compatibility – EMC) előírásoknak. Ez azt jelenti, hogy nem szabad kibocsájtani olyan elektromos jeleket, amelyek hatással lehetnek más berendezésekre, valamint bizonyos szintű immunitást kell biztosítani a műszereknek a külső elektromágneses zavarokkal szemben. Mivel a DC–DC átalakító a kis tömeg és jó hatásfok érdekében 200 kHz-en működő, kapcsoló üzemi feszültségátalakítókat tartalmaz, a keletkező zajok adott szint alá történő elnyomása megfelelően méretezett áramköri szűrőkkel és az áramköri elemek elhelyezésével történt. Az általunk fejlesztett tápegység EMC-tesztjét a Bosch cég budapesti laboratóriumában tudtuk elvégezni. A DC–DC átalakítóknak ugyanakkor a szenzorokat védeni kellett az esetleges túlfeszültségtől, túláram-felvételnél a készüléknek le kell kapcsolnia és a bekapcsolási tranzienseket adott határon belül kell tartania.



Az SGF Kft. hét különböző hardver- és szoftverkonfigurációjú földi elektromos ellenőrző berendezést (Electrical Ground Support Equipment – EGSE) fejlesztett az érzékelők számára, beleértve a PEP DC–DC feszültségátalakítót és a J-MAG EGSE-t is.

Az EGSE két egységben valósult meg. A jelszintű szimulátor (Signal Level Simulator – SLS) egy beágyazott processzort tartalmaz, amelyen Linux operációs rendszer, a Micro kontrolleren saját fejlesztésű szoftver fut. Az SLS-egységet a tesztelt műszer közelében kell elhelyezni. Ethernet alapú kommunikáció van a jelszintű szimulátor és a számítógép (Personal Computer – PC) közt, az utóbbi a felhasználói interfész (User Interface – UIF).

A PEP–DPU részére a legösszetettebb EGSE-elektronika készült (7., 8. ábra), mert nemcsak a négy érzékelőegységet, de az űrszonda elektromos illesztő felületét is szimulálni kellett. Az érzékelők földi ellenőrző berendezéseiben csak a szükséges tápfeszültség és a DPU-hoz kapcsolódás illesztőfelületét építették be, de az operátori kezelői felületek (UIF) több egyedi szolgáltatással rendelkeztek.

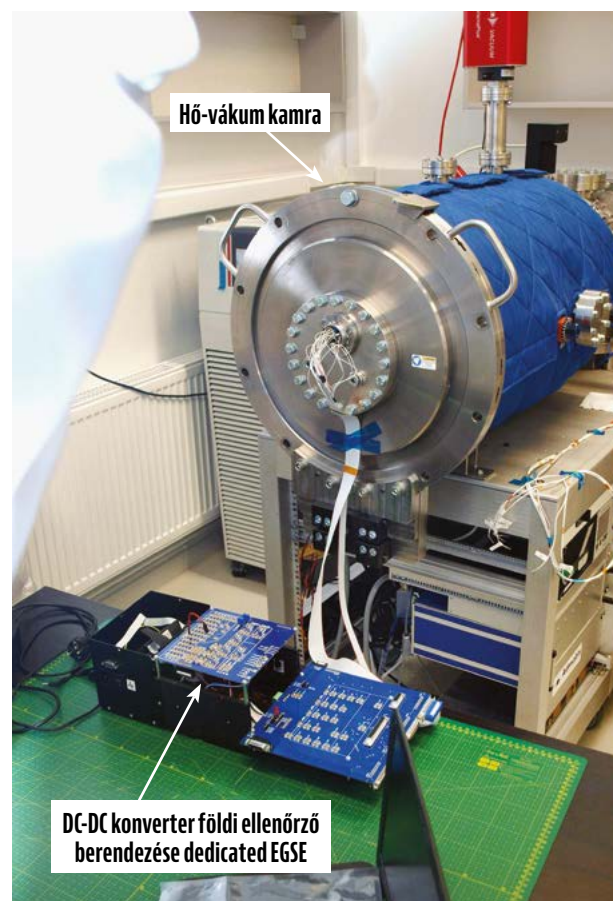
Az űrkutatási műszerek több lépésben készülnek: külméretmakett (nincs benne elektronika, csak tömeg- és mérethelyes), laboratóriumi makett, elektromos makett (méret- és működéshelyes, de nem minősített, nem drága alkatrészekből készül), majd a repülőpéldány és utóbbival azonos tartalékpéldány készült űrminősített alkatrészekből. A bolygóközi szondák többnyire bonyolult pályán jutnak el a célbolygóhoz (akár 10 év is lehet), ezért a tudásmegőrzés igen fontos, azaz a teljes küldetés idejére biztosí-

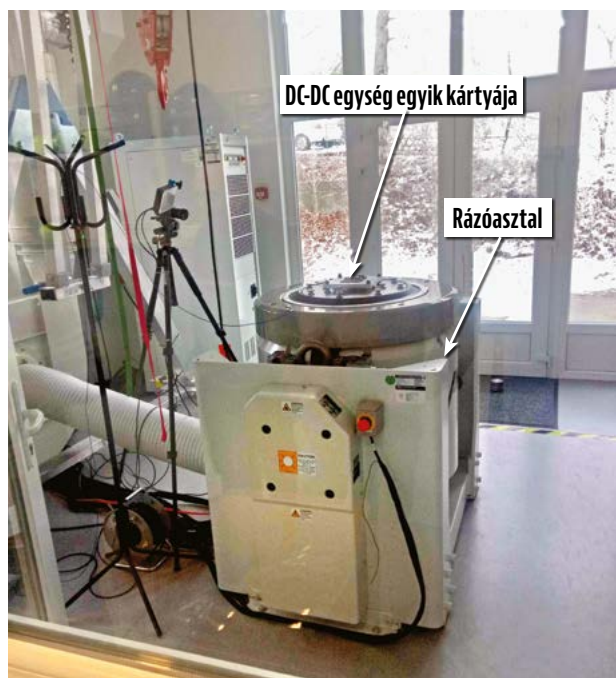
tani kell a hardver- és szoftverismeretek megőrzését. A tartalékpéldány nemcsak a földi ellenőrzőkor a hibás egység cseréjére, hanem referenciamodellként is szolgál, azaz a felküldendő parancsok ellenőrzésére, esetleg a szonda fedélzetén lévő egység hibás működése esetén a hiba behatárolására és lehetséges csökkentett funkcionalitású működtetés ellenőrzésére is használható.

A szenzorok világűrben történő üzembe helyezése során – mielőtt a szonda még a Jupiterhez érne – a műszerek működését ellenőrzik, kalibrá-

8. ÁBRA. A PEP–Lo DPU, valamint a J-MAG EGSE-k fényképe (Fotó: SGF Kft.)

9. ÁBRA. DC-DC tápegységkártyák az ADMATIS Kft. hő-vákuum kamrájában (Fotó: WFK)





10. ÁBRA. A DC-DC átalakító egyik kártyájának vibrációs tesztje a HUN-REN EK-ban (Fotó: WFK)

lásra is sor kerül. Jelenleg már a működtető szoftvereket is lehet frissíteni, amennyiben szükséges. 2024. augusztus 19-én és 20-án került sor az első pályakorrekcióra (Lunar-Earth Gravity Assist – LEGA-manőver), amelynek során a műszerek többségét bekapcsolták. A JUICE 2024. augusztus 19–20-i Hold-Föld gravitációs pályakorrekciója során a NASA ARTEMIS-P1 szondája közeli pályán haladt (kb. 3200 km). A szondák plazmadetektorai, mágneses tér detektorai azonos időben ugyanazt a régiót mérték, a korábban már kalibrált ARTEMIS mérési adatai alapján lehetővé vált a JUICE hasonló típusú műszerei helyes működésének ellenőrzése. A Ju-

piter elérése előtt még további ellenőrzésre is sor kerül. A kutatók a LEGA során kapott adatok összehasonlító/kalibráló kiértékelését végzik. Jelenleg a JUICE a Föld pályáján belül folytatja útját, és mivel a Naphoz közel van, a túlmelegedés elkerülésére a műszereket egyidejűleg nem kapcsolják be, és csak korlátozott mennyiségű állapotokat leíró szolgálati adatokat (Housekeeping – HK) küldenek a Földre.

Jelenleg a HUN-REN Energiakutató Központban dolgozó mérnökök, akik részt vettek a PEP fejlesztésében, figyelemmel kísérik a DC-DC átalakító működési paramétereit. A berendezés állapotának ellenőrzésére 32 paramétert monitoroznak a rendszer állapotának követésére (bejövő áram, kimenő feszültség, áram- és hőmérsékleti értékek). A jeleket digitális formában a PEP processzori egysége (Digital Processor Unit – DPU) ún. szolgálati csomagokban (HK) továbbítja a JUICE központi számítógépéhez, amely a rádiókapcsolatok során a Földre sugározza. Az adatvevő rendszerből rendszeresen megkaptuk a PEP-Lo DC-DC HK adatsomagjait. A telemetriai adatok szerint az elmúlt két évben az eszköz meghibásodás nélkül, 80%-os energiahatékonysággal működött, hőmérséklete a várt működési határértékeken belül volt, 4–5 °C pontossággal. Működése a tényleges űrben bizonyítja, hogy mérnökeink kiváló munkát végeztek. Jelenleg a mérnökök projektvezetője dr. Nagy János, a megvalósításában részt vett továbbá a korábbi projekt-

vezető, dr. Szalai Sándor, valamint Szalai Lajos, Hevesi László, Horváth István, Sódor Bálint, Sulyán János, Tróznai Gábor, Vízi Pál Gábor és Dinnyés Lajos.

A magyar részvételt a PEP-kísérletben kezdetben a Magyar Űrkutatási Iroda, majd az ESA PECS és PRODEX programjai támogatták. Jelenleg a Külgazdasági és Külügyminisztérium PRODEX-szerződés útján biztosítja az űrtechnikai csoport számára a JUICE-programban való részvételt, tudásmegőrzésre és mérési adatok kiértékelésére. ■

HIVATKOZÁSOK

- [1] Jupiter Icy Moons Explorer. https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Juice (Letöltve: 2025.04.29)
- [2] Juice spacecraft specs. https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Juice/Juice_spacecraft_specs (Letöltve 2025.04.29)
- [3] JUICE's instruments. <https://sci.esa.int/web/juice/-/61110-juice-instruments> (Letöltve 2025.04.29)
- [4] Particle Environment Package (PEP) for the ESA JUICE mission. <https://ssed.gsfc.nasa.gov/IPM/2014/PDF/1065.pdf> (Letöltve 2025.04.29)
- [5] Barabash et al.: The Particle Environment Package (PEP) for the JUICE mission: Ready to go! Europlanet Science Congress 2022, Granada, Spain, 2022.09.18–23. EPSC2022-681, <https://doi.org/10.5194/epsc2022-681>
- [6] Nagy, J et al.: Hungarian Participation in JUICE Project of European Space Agency. Acta Polytechnica Hungarica Vol. 19, No. 9, 2022. <https://doi.org/10.12700/APH.19.9.2022.9.2> (Letöltve 2025.04.29)

11. ÁBRA. Az integrált PEP-Lo-egység hő-vákuum tesztje (-170 °C – +60 °C) a Berni Egyetemen. A PEP egységeit – néhány érzékeny alkatrész miatt – a beépített fűtőelemek -50 °C alá nem engedik hűlni a JUICE űrszondán (Fotó: UBE)



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

TÖBBKOMPONENSŰ ROBBANÓANYAG ÉS ALKALMAZÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

II. RÉSZ

Az orosz-ukrán háború előtt a lőpor, a trotil és a hexogén mind a katonai, mind az ipari robbantástechnika területén szinte korlátlan mennyiségben rendelkezésre állt. Mára a lőporgyárak az alapanyaghiány miatt több évre előre vesznek csak fel rendelést, így számos robbanóanyag, pl. a TNT hiánycikk lett. A magyar szakirodalomban alig ismert kétkomponensű robbanóanyagok alkalmazása a honvédelmi területen lehetőséget ad a katonai műveletek hatékonyabb és sokoldalúbb végrehajtására. A szerzők cikkükben az új, magyar fejlesztésű, speciális műszaki robbantástechnikai feladatok végrehajtására is alkalmas, helyszínen előállítható, többkomponensű robbanóanyag (TKR) kifejlesztését mutatják be. Az új rendszer jelentős mértékben növeli a hatékonyságot, csökkenti a kockázatokat és egyszerűsíti a robbantási műveletek lebonyolítását. A cikk második részében az additív gyártás lehetőségeit és a TKR gyakorlati alkalmazását ismerhetjük meg.

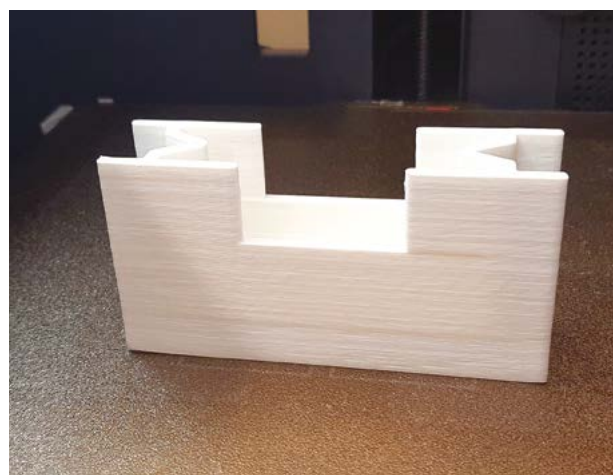
AZ ADDITÍV GYÁRTÁS LEHETŐSÉGEI

A rétegről rétegre felépített tárgyak manapság már a háztartások számára is elérhetőek. Sok esetben szolgáltatásként is megvásárolhatjuk, de már viszonylag olcsón, saját részre is beszerezhetünk 3D nyomtatásra képes eszközöket.

A technológia rohamosan fejlődik. Néhány éve még a kisszériás gyártás és a prototipizálás eszközeként tekintettünk ezekre a technikai lehetőségekre, de napjainkra ez már jelentősen megváltozott. Természetesen szeretnénk eltekinteni a piaci termékek részletes gazdasági elemzésétől, de egyes esetekben (akár a néhány tízezer darabos terméksorozatok esetében is) olcsóbb lehet valamilyen additív megoldás, mint a fröccsöntés. Alapvetően ez a polimerekre, esetleg kompozit polimerekre igaz, mert a fémtermékek ilyen gyártása még jelentős költségekkel járhat. Persze valószínű, hogy a holnap megoldásai várhatóan ezt a technológiát is a könnyebben elérhető megoldások közé sorolják majd.

A TKR alkalmazása esetén szinte magától értetődik a 3D nyomtatás, mint alkatrészgyártási megoldás. [1] [2] [3] [4] Ennek legolcsóbb, legelterjedtebb változata a szálhúzásos vagy szálolvasztásos¹ technológia. Van más, széles körben elérhető eljárás, mely alkalmas lehet robbantástechnikában alkalmazható alkatrészek gyártására, de írásunkban csak az FDM-technológiát elemezzük mélyebben, mert itt rendelkezünk igazolt eredményekkel. (1. ábra)

A viszonylag olcsó alapanyagot dobra csévélve vásárolhatjuk meg, melyet szálnak vagy filamentnek is neveznek. A legelterjedtebb polimerek az FDM-technológia esetében az



ABS (acrylonitrile butadiene styrene), ASA (acrylonitrile styrene acrylate), PLA (poly lactic acid, magyarul: politejsav), PETG (polyethylene terephthalate glycol), PC (polycarbonate) és PA (polyamid, magyarul: nejlón), melyeknek kompozit formái is elérhetőek.

A gyártás folyamata során az alapanyag szálolvasztással (kevésbé elter-

1. ÁBRA. Alkatrész egy nagy sebességű nyomtató építőterében (A szerzők felvétele)

2. ÁBRA. Eltérő színnel készített támaszok (A szerzők felvétele)



¹ Angolul Fused Deposition Modelling (FDM), más elnevezéssel Fused Filament Fabrication (FFF). A végfelhasználó szempontjából nincs marginális különbség.

* 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

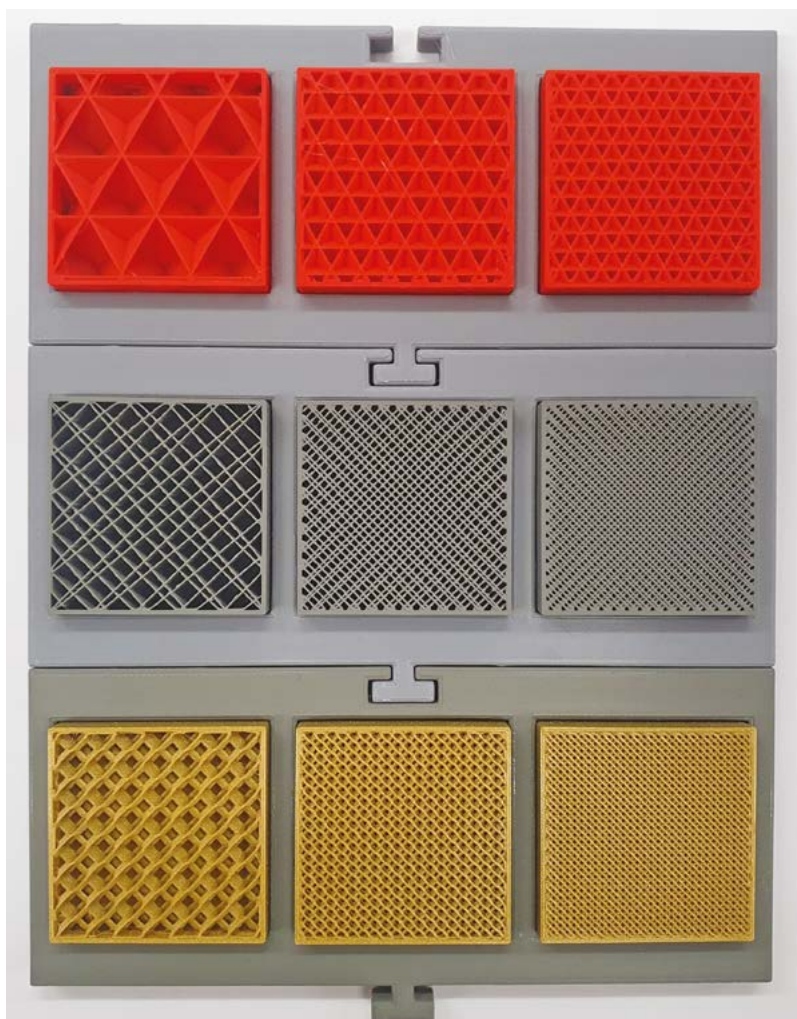
*** Robbanóanyag-ipari szakmérnök, a hadtudomány PhD fokozatos, alezredes, NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Műveleti Támogató Tanszék, adjunktus. ORCID: 0000-0002-9877-0366

HAZAI TÜKÖR

3. ÁBRA. Fastruktúrájú támasz
(A szerzők felvétele)



4. ÁBRA. Kitöltési mintázatok eltérő sűrűséggel
(A szerzők felvétele)



jedt) vagy behúzással jut el a nyomtatófej-egységbe, ahol a rá jellemző hőmérsékletre hevített környezetben megolvad, majd egy fűvókán keresztül kipréselődik, extrudálódik az építőtérben elhelyezett asztalra, mely általában szintén előmelegített. [1; 233.] A technológia során a fej és a tálca valamilyen megoszlásban képes a tér három dimenziójában elmozdulni, és ennek eredményeképpen lehetségessé válik az alkatrész rétegeinek egymásra helyezése. (2. ábra)

Maga a technológia a legtöbb esetben számos technikai paraméter beállítására alkalmas előkészítő szoftver alkalmazásával kezdődik, mely az elkészített és betöltött elektronikus tervek, 3D objektumok gyártásához szükséges mozgásokat generálja – sok más részlettel együtt – a 3D nyomtató számára. Az egyik ilyen kulcskérdés a támaszokban rejlik, mivel az építési eljárás során a tálccával párhuzamos felületek esetében szükség van valamilyen alátámasztásra, mivel „lebegő” felületek kialakítására nem képes a technológia. Ez azonban természetesen csak korlátozottan igaz, hiszen a nagy sebességű nyomtatók esetében ez centiméteres áthidalást is elérhet (3. ábra), de ez erősen függ az alapanyagtól és az adott nyomtatótól. Az így kialakított támaszok a végtermékeken nem szükségesek, azokat el kell távolítani. A biztos tartás kialakításához, illetve a támaszok sérülésektől mentes és gyors eltávolítására több megoldás is létezik. Előfordulhat, hogy a támaszokat más színű alapanyaggal nyomtatjuk (2. ábra), hogy pontosan látszódjon az eltávolítandó réteg, de lehetséges akár faágszerű struktúra kialakítása is. Ezek egyedi kinézetű szerkezetek, melyek könnyen eltávolíthatók, és minden támasztási pont az építőtálca felületére vezethető vissza, tehát az egymás feletti felületek nem egymáson fekszenek fel a közbenső támaszok által. (3. ábra) A támasszal érintkező felület általában nem teljesen sima, ami sok esetben probléma egy termék esetében. Ilyenkor utókezelésre lehet szükség (pl. ASA felület acetons kezelés), vagy a támaszba nem tapadó, közbenső réteg építésére (pl.

PETG és PLA alapanyagok nem tapadnak egymáshoz, ezért ideálisak ilyen feladatra), ha a nyomtató képes többféle filamentet egyszerre felhasználni.

Egy másik fontos tényező a kitöltés. Nem minden esetben akkor érjük el az elvárt minőséget a gyártott alkatrészeknél, ha teljesen tömören készülnek el. Az FDM-technológia esetében tucatnyi belső kitöltési mintázatból választhatunk, és a kitöltés sűrűségét is meghatározhatjuk. (4. ábra) Ez anyagtakarékossági, gyártási idő és anyagi jellemzők szempontjából is fontos lehet!

Amennyiben kompozit polimerekre lenne szükség, a legtöbb alapanyaggyártónak van rá elérhető megoldása. A fent említett alapanyag típusok esetében könnyen találhatunk olyat, mely mikron-méretű szénzással kevert, és így képes jelentősebb terhek felvételére, ha alkatrész készül belőlük. Nem csak mikron-méretben lehetséges ilyen szálakat elhelyezni a termékekben. Folyamatos szálerősítés elhelyezésére is van lehetőség, de az ilyen anyagok már nem tekinthetők olcsónak, és az alapanyagok ára is jóval magasabb, mint az egyszerűbb esetekben. Az ilyen tárgyak egyes esetekben – teherviselésben vagy szilárdságban – akár az alumíniummal is vetekedhetnek. Az FDM-technológia egyértelmű hátránya az úgynevezett „Z” gyártási irányban azonosítható, ugyanis ebben az irányban mozdul el az alkatrész felfelé vagy lefelé, tehát a rétegek ebben az irányban tapadnak egymáshoz. Ez természetesen az eredményezi, hogy a húzásból fakadó terheket ez a gyártási irány viseli el a legkevésbé, ráadásul ebben az orientációban folyamatos szálerősítés beépítésére sincs lehetőség. Ezt tehát jelentős hátránnak tekinthetjük, de mivel ismert előttünk, ezért a gyengesség tervezhető és számítható.

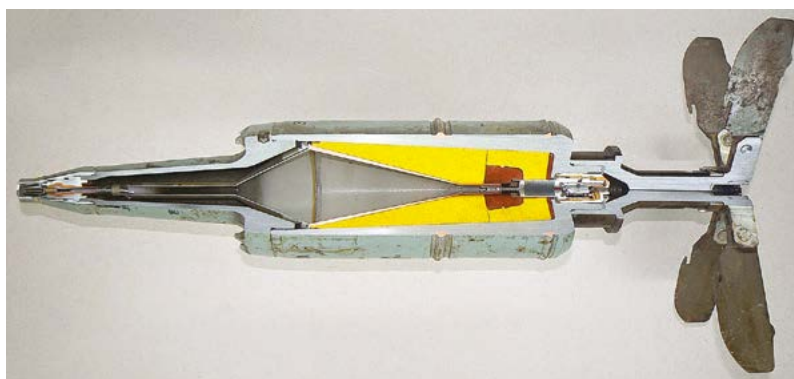
Ezek a technológiai lehetőségek megfelelnek arra, hogy egyedi, robbantástechnikában alkalmazható alkatrészeket is készíthessünk. Ezek a polimer vagy kompozit-polimer tárgyak főleg a kumulatív töltetek esetében válhatnak a jövőben kifejezetten hasznossá. A lyukasztás és vágás robbantással történő megoldása ki-



5. ÁBRA. Vágótöltet
plasztikus
robbanóanyaggal töltve
(A szerzők felvétele)



6. ÁBRA. A vágótöltet
hatása a céltárgyon
(A szerzők felvétele)



7. ÁBRA. A 125 mm-es
BK-14M HEAT lövedék
szerkezeti felépítése [7]

hívásokkal teli, sok esetben egyedi töltetgeometriát kíván, ami jelentős kivitelezési költséget okoz. Természetesen a 3D nyomtatással ezek a költségek jelentősen csökkenthetők.

Az egyedileg méretezett töltetekhez egyedi lyukasztó- vagy vágóbetét is illik, melyeket döntően nagy sűrűségű anyagokból szükséges elkészíteni, a lehető legnagyobb teljesítmény elérése érdekében. A jelenleg folyó kutatások azonban azt mutatják,

hogy a polimer lyukasztó- és vágótölteteknek alacsony sűrűségű anyagokból készítve is van létjogosultsága. [5] [6] Ilyen esetekben a tölteteket az alkalmazás helyszínén valamilyen plasztikus robbanóanyaggal kell elkészíteni. (5. ábra) Mivel a felhasználás főleg katonai, ezért nem egy szokványostól eltérő eljárás. Kizárólag az anyagok és a gyártási technológia újszerű, az eredmény azonban igazolhatóan megfelel az elvárásoknak. (6. ábra)

8. ÁBRA. Az inert BK-14M HEAT lövedék falának egyoldali lyukasztása és vágása kumulatív töltet által (Fotók: Kugyela Lóránd)



Azonban a robbanóanyaggal dolgozó szakemberek a polgári és katonai területen egyaránt tudják, hogy az ilyen kumulatív alakos- vagy idomtöltetek, illetve a bonyolult, belső geometriával rendelkező összpontosított töltetek esetében nagyon fontos a teljes térkitöltés. Ezt a helyszínen elérni plasztikus rob-

banóanyaggal nem könnyű feladat. Az alakítható robbanóanyagok eltérő hőmérsékleten jelentősen eltérően tölthetők be, főleg a kis átmérőjű, precíziós töltetházakba. Ez a robbantást előkészítő szakember nagy gondossága ellenére is eredményezheti a töltet hatékonyságának csökkenését. Ennek elkerülésére kiváló meg-

oldás lehet egy folyékony, akár több komponensből a helyszínen biztonságosan előállítható robbanóanyag, mint a TKR.

A TKR (TÖBBKOMPENSŰ ROBBANÓANYAG) A GYAKORLATBAN

Annak ellenére, hogy a robbanóanyag-keverékből sokféle kumulatív töltet készült, a vizsgálata vagy tulajdonságainak értékelése nem lett volna teljes, ha éles feladatkörben nincs kipróbálva. A robbanóttesteken történő elsődleges működést nemrobbanó testeken vizsgáltuk. Erre ezért volt szükség, hogy megvizsgáljuk azt, hogy megfelelő módon képes-e a robbanóttest falát roncsolni-átvágni vagy éppen lyukasztani. Ehhez megfelelő céltárgynak bizonyult a BK-14M HEAT lövedék², amelynek a változó falvastagsága és komplex szerkezete több metodika kipróbálását is lehetővé tette. (7. ábra)

A céltárgyra 70 és 150 gramm TKR-robbanóanyaggal töltött, FDM-nyomtatóval készült kumulatív töltetet helyeztünk, amelyek mind a két esetben átlukasztották a lövedék falát, azaz a robbanási gázsugár a rob-

² 125 mm-es, szovjet/országi gyártmányú lőszer, a T-72-es és T-80-as harckocsik páncéltörő lövedéke.



9. ÁBRA. AT4 HEAT lövedéken elhelyezett kumulatív vágótöltet; jobbra a teljesen megsemmisült lövedék (Fotók: Bokros Tünde Ibolya)



10. ÁBRA. Kumulatív töltet részleges gyújtószerkezettel rendelkező, 60 mm-es aknavetőgránáton (balra); jobb oldalon a teljesen megsemmisült gránát helye látható (Fotók: Bokros Tünde Ibolya)

banóanyagot elérte volna. Emellett a 100 gramm robbanóanyagot tartalmazó, 250 mm hosszú vágótöltetet is kipróbáltuk. Ennek a vágóképessége lágyvas esetén 13–15 mm között változott. A nagy szilárdságú lövedékfalat nem vágta át teljesen, de a kúp alapjánál olyan mértékben behatolt, hogy egy éles lövedék megsemmisítését eredményezte volna. A kísérlet ezáltal sikeresnek bizonyult. (8. ábra)

A BK-14M lövedék mellett aknavetőgránáton is végeztünk sikeres vizsgálatot, mely lehetővé teszi, hogy éles robbanótестeken is értékelhesük a TKR teljesítményét.

HATÁSTANULMÁNY ÉLES ROBBANÓTESTEKEN

A TKR terepi vizsgálatai során általános pozitív tapasztalatokat szerezünk, különösen annak ismeretében, hogy a legnagyobb töltetösszeget 140–160 gramm volt. Ez nem tűnik soknak, hiszen ez tulajdonképpen 2 db 75 g-os TNT hengeres préstestű robbanóanyag tömegének felel meg. Korábbi feltételezést igazoltunk azaz, hogy a megfelelően irányított robbanóanyag-töltet képes azt elvégezni, amit ráhelyezett töltetként csak nagyobb tömeggel tudunk elérni. Azonban ez kétségtelenül hosz-

szabb előkészítési és pozícionálási időt igényel irányított töltet esetén.

Az AT4-es lövedéke³ plasztifikálóval kevert oktogén, amely nagyfokú érzéketlenséget mutat kumulatív sugárral szemben is. Ezt megtapasztaltuk, mivel egy kis kumulatív töltettel teljesen át tudtuk lyukasztani a fő robbanóanyag-egységét. Emiatt döntöttünk a vágótöltet alkalmazása mellett, mivel azzal lehetőség volt a farokrészben található booster-töltet és a főtöltet egyidejű roncsolására. Beigazolódott a döntésünk, mivel ez esetben a robbanóttest teljesen megsemmisült. (9. ábra)

³ Az AT4 egy vállról indítható, HSN (hátrasiklás nélküli) fegyver, amelyet a svéd Saab a harckocsik és páncélozott járművek ellen fejlesztett ki. Az eszköznek számos változata létezik, az alapváltozata (AT4 HEAT) 350 mm vastag homogén páncél átütésére képes.

HAZAI TÜKÖR

11. ÁBRA. Kis méretű EFP-töltettel szét-tört inert gránáttest (Fotó: Kugyela Lóránd)



12. ÁBRA. 125 mm-es repeszromboló gránát a robbanás utáni szétnyílt állapotban. A sárga nyíl a kumulatív sugár behatolási pontja (Fotó: Bokros Tünde Ibolya)

Aknavető-gránát megsemmisítését többféle metodikával próbáltuk, és alapvetően mindegyik sikeresnek bizonyult. Ez annak is köszönhető, hogy a gránáttest vékonyabb és törékenyebb kén-tartalmú acélból készült. A robbanó-

anyag ütés-hulláma ilyen kombinációval könnyebben megbirkózik, és a szabaddá váló robbanóanyag-tömeg könnyebben iniciálódik amellet, hogy a szét-törő, súrlódó fémrészek is iniciálási forrásként lépnek fel. (10. ábra)

A gránáttest törékenységet mutatja, hogy a módosított EFP-lemez⁴ (explosívely formed penetrator – robbantással formált lövedék) 40 gramm TKR-rel töltött kísérleti töltet sikeresen törte el az inert próbatestet. (11. ábra)

Azonban a gyakorlatban uniformizálni azt, hogy minden esetben csak eltörje a robbanótest fémházáát és a robbanóanyag ne robbanjon fel, na-

gyon nehéz feladat, mivel nincs két ugyanolyan gránáttest, nincs két ugyanolyan töltet. A fentiek miatt EFP-töltetekkel további vizsgálatot nem végeztünk.

Az egyik leglátványosabb eredményt egy 125 mm-es repeszromboló gránát esetén értünk el. Az FDM-technológiával készült kumulatív ház a gránát falát átütötte, és a benne található A-IX-2⁵ robbanóanyag csak részlegesen robbant fel, deflagrált. (12. ábra)

A gránáttestet átvizsgálva vált láthatóvá a belső falon jól kivehető hátfelület, ahol az égés deflagrációba ment át. A 23% alumíniumport tartalmazó A-IX-2 kedvezőbb volt a kísérletek szempontjából, mivel a magasabb inertanyag-tartalmú robbanóanyagban a deflagrációt előidéző körülmények nagyobb valószínűséggel alakulnak ki, mint például egy Composit-B⁶ robbanóanyagot tartalmazó robbanótestben. (13. ábra)

ÖSSZEZGÉS

Magyarországon még soha nem alkalmazott, önmagukban nem robbanóképes alkotó komponenseknek a felhasználás helyszínén történő összekeverése



⁴ Az EFP-töltet lényege, hogy robbantással egy kemény, nehézfém lövedéket formáz és lő ki nagy sebességgel a célpont felé.

⁵ Az A-IX-2 vagy Hexal egy 73% RDX-ből és 4% viasszal flegmatizált 23% alumíniumporból álló orosz eredetű robbanóanyag, amelyet modern, többnyire orosz katonai lövedékekben alkalmaznak.

⁶ Egy Hexotol vagy Hexolite néven is ismert, 60%-ban RDX- és 40%-ban [TNT+(1% viasz)]-alapú, magas hatóerejű keverék robbanóanyag, amit fő töltésként tüzérségi lövedékekben, rakétákban, taposóaknáknakban, kézigránátokban és különféle egyéb lőszerekben alkalmaznak.



által a töltet kis mennyiségben is létrehozható. A speciális robbanóanyag kifejlesztésére egy áttörő újítást jelent, hiszen segítséget nyújthat a különböző típusú katonai célpontok hatékony megsemmisítésében és a műveleti célok elérésében is. Azonban a fejlesztésük és alkalmazásuk során figyelembe kell venni a békeidőszakban történő alkalmazhatóságot is.

Ez az új robbanóanyag a modern, innovatív technológiai fejlesztéseket felhasználva számos olyan területen alkalmazható, ahol a robbanóanyag szállítása és tárolása során felmerülő szigorú szabályozások és bonyolult adminisztrációs feladatok jelentős megkötéseket rónak az állományra. Azáltal, hogy a robbanóanyag-komponensek külön-külön nem számítanak veszélyes anyagnak, a szabályok nagymértékben egyszerűsödnek, így mind a tárolás, mind a szállítás, mind a robbantási munkálatok előkészítése gyorsabbá és biztonságosabbá válik.

A jelenlegi ipari és katonai biztonsági környezetben szükséges lehet egy különleges feladatok ellátására vagy speciális műszaki robbantástechnikai feladatokhoz alkalmas, a helyszínen előállítható, kis átmérőben gyutacsindítható, többkomponensű robbanóanyagra, amely alkalmas lehet például a TNT kiváltására vagy annak alterna-

tívjaként történő alkalmazásra. A fejlesztés során végrehajtott kísérletek eredményei alapján a magyar „találmány” alkalmas az említett hiányok pótlására, illetve a ma még alkalmazásban lévő robbanóanyagok alternatívjaként történő használatra.

A kutatások során kikísérletezett keverék adalékanyagokkal optimalizálható, hogy nagyobb brizanciát (robbanási érzékenységet) mutasson, vagy éppen módosítható annak érdekében, hogy kedvezőbb oxigén-egyenlege legyen. A kétkomponensű, gél állagú robbanóanyag nagy előnye többek között, hogy a komponensek önmagukban nem robbanásképesek, így a tárolásuk és a felhasználási helyre történő szállításuk is biztonságos. A robbanóanyag a felhasználás előtt, a helyszínen történő egyszerű összekeverés által „készül el”, mely további előnyt jelent a jelenleg alkalmazott, helyszíni bekeverésű robbanóanyagokhoz képest.

Egy ilyen új megközelítést implementálni egy évtizedek óta létező, szigorúan és vérrel írt területen nem könnyű feladat. Ezt az sem segíti, hogy mind a polgári, mind pedig a katonai területen a fejlesztések szintén sokévtényi elmaradásban vannak. Tanulmányunkban vizsgáltuk és értékeltük a TKR, mint teljesen újkeletű robbanóanyag alkalmazhatóságát a Magyar Honvédség vonatkozásában. Bebizonyosodott, hogy célzott, feladatra szabott technológiával kevesebb anyagfelhasználással is megvalósíthatók bizonyos tüzserész feladatok. A kutatás folytatódik és a jövőben várhatóan újabb fejleményekről tudunk majd beszámolni. ■

13. ÁBRA. 125 mm-es repeszromboló gránát a robbanás utáni szétnyílt állapotban. A sárga nyíl és a vonal mutatja az égés deflagráció határvonalát. Az alsó részen látható a megmaradt A-IX-2 robbanóanyag-maradvány (Fotó: Bokros Tünde Ibolya)

HIVATKOZÁSOK

- [1] Gál Bence – Németh András: Additív gyártástechnológiák katonai alkalmazásának vizsgálata, különös tekintettel a katonai elektronika területére. *Hadmérnök*, 2019/1, 231–249. <https://doi.org/10.32567/hm.2019.1.19>
- [2] Végvári Zsolt et al.: A 3D-s nyomtatás és katonai alkalmazásának lehetőségei I. rész. *Haditechnika*, 2022/6, 56–60. <https://doi.org/10.23713/HT.56.6.09>
- [3] Zentay Péter et al.: A 3D nyomtatás és katonai alkalmazásának lehetőségei II. rész. *Haditechnika*, 2023/1, 49–55. <https://doi.org/10.23713/HT.57.1.09>
- [4] Zentay Péter et al.: A 3D-s nyomtatás és katonai alkalmazásának lehetőségei III. rész. *Haditechnika*, 2023/2, 57–62. <https://doi.org/10.23713/HT.57.2.11>
- [5] Ember István: Modern kumulatív töltetek hatékonyságának vizsgálata. *Haditechnika*, 2022/6, 15–20. <https://doi.org/10.23713/HT.56.6.03>
- [6] Ember István: Additív eljárással készült lineáris vágótöltetek működésének vizsgálata. *Hadmérnök* 2023/3, 5–17. <https://doi.org/10.32567/hm.2023.3.1>
- [7] 125mm BK-14M HEAT in flight https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8d/02_-_125mm_BK-14M_HEAT_in_flight.jpg (Letöltve: 2025.03.12.)



1. ÁBRA. Az MH 25/88. Könnyű Vegyes Zászlóalj katonái a csapatzászlójukkal, 2013-ban, „négyszínnyomású” (hadi) gyakorlóruházatban (Fotó: HM Zrínyi Nkft. / Füzés Judith)

BERKESI BALÁZS*

A MAGYAR NÉGYSZÍNNYOMÁSÚ GYAKORLÓRUHÁZAT TÖRTÉNETE

Összefoglalás: A nagy politikai átrendeződések során a fegyveres erőknél nemcsak szervezeti átalakulások mennek végbe, hanem rendszerint külsőségeikben is megújulnak. Az 1960-as években bevezetett gyakorlóegyenruha-család 1990-re elavult, és cseréje a politikai rendszerváltással gyakorlati okokból is fontos kérdés volt. Így vált az új négyszínnyomású gyakorlóruházat az átalakuló Magyar Honvédség egyik jelképévé, ha nem egyik legfontosabb szimbólumává. A szerző a 90 M (hadi) gyakorlóruházat történetét és változatait mutatja be.

Kulcsszavak: (hadi) gyakorlóruházat, katonai egyenruházat, négyszínnyomású terepminta, Magyar Honvédség

Abstract: Whenever a change of regime takes place, it is quite common to see reorganisation in the armed forces and bringing in new equipment. The Hungarian battle dress uniform introduced in the 1960s became obsolete by 1990; its replacement was not simply a pragmatical issue after the political changes. And so the then new four-colour camouflage uniform became a symbol of the transformation of the Hungarian Defence Forces after 1990. The author tells the story and the variants of the 90 M battle dress uniform.

Keywords: battle dress uniform, military uniform, four-colour camouflage pattern, Hungarian Defence Forces

BEVEZETÉS

A cikk célja, hogy bemutassa a Magyar Honvédség 90 M négyszínnyomású gyakorlóruha-családjának történetét a tervezés fázisától egészen a kivonását követő utóéletéig. A szerző 2019–2023 között a Hadtörténelmi Intézet és Múzeum munkatársa volt, jelenleg az MH vitéz Szurmay Sándor Bu-

dapest Helyőrség Dandár egyik szervezeti eleménél dolgozik honvédelmi alkalmazottként és több mint tíz éve foglalkozik magyar katonai gyakorlóruhák történetével. Továbbá már egy évtizede katonai hagyományőrzőként is tevékenykedik, különösen nagy hangsúlyt fektetve a magyar felderítő csapatok, valamint a szolnoki MH

88. Légimozgékonyágú Zászlóalj és jogutód szervezeteinek történetére.

A magyar katonai egyenruhátörténet egyik tagja az 1990-es politikai rendszerváltás után rendszeresített „négyszínnyomású” tereptarka (hadi) gyakorlóegyenruha-család. Ez a több tagból álló együttes szimbólumává vált a Magyar Honvédség 1990 utáni átalakulásának, egyben a napjainkban használt 2015 M összefegyvernemi gyakorlóruházatának elődje is.

A 20. század során számos (hadi) gyakorló-egyenruhát rendszeresítettek a magyar katonák számára. A 90 M általános (hadi) gyakorlóöltözet történelmi jelentősége ellenére mára szinte teljesen elfelejtették, annak dacára, hogy az egyenruhacsalád közel 20 éves szolgálati időt tudhat maga mögött. Ezt az 1990-ben kifejlesztett, a szakmai zsargonban „négyszínnyomásúnak” nevezett, 90 M (hadi) egyenruhacsaládot [1], utalva a tereptarka foltjaira, a katonák előszeretettel nevezték „bocinak”. (1. ábra)

* MH vitéz Szurmay Sándor Budapest Helyőrség Dandár, honvédelmi alkalmazott, hagyományőrző.
ORCID:
0009-0007-5539-4341

KÍSÉRLETI GYAKORLÓRUHÁZAT

Az egyenruha eredete az 1989–90-es rendszerváltásig vezethető vissza, de a mintaszáma közel sincs összhangban az előbb említett évszámokkal. Az évtized elején a Magyar Honvédség nem rendelkezett összefegyverelmi tereptarka gyakorlóruhával, ilyenből csak specializált (pl. ejtőernyős, rep. szerelő, külföldi missziókba szánt) öltözetek tartoztak a „ruhatárhoz”. A külszolgálatra szánt „Hurrikán” fantázianevű gyakorlót az iraki Bakubában 1988-ban, ENSZ-színekben tevékenykedő magyar békefenntartóknak is kiadták. [2] Az 1991-ben, a budavári Hadtörténeti Múzeumban megrendezett kiállításon, amely a Magyar Honvédség számára rendszeresítendő új egyenruhákat volt hivatott bemutatni (a látogatók szavazhattak a bábukon látható változatokra), helyett kapott egy új gyakorlóöltönyt is. [3] Az utóbbi gyakorlóruházat színe még mindig az 1962–1965-ben bevezetett olajzöld (vagy olívizöld) volt, de a szabása már eltért az 1960 óta (akkor még eltérő színárnyalatban) létező egyenruhától. (2. ábra) Ezt a kísérleti, gyakorlóruhát a hozzá tartozó (magyar viszonylatban új, de már a maga korában is teljesen elavult) málhamellénnyel együtt a Honvédség több alakulatához (pl. a szolnoki MH 34. Bercsényi László Felderítő Zászlóalj „kettős rendeltetésű szakaszához”) is elküldték csapatpróbara. A katonák (nagy általánosságban) pozitív véleménnyel voltak róla [4]. Sajnos alig maradt fenn ebből a csapatpróbara szánt egyenruhából. A HM Hadtörténeti Intézet és Múzeum (HM HIM) birtokába került zubbony vizsgálatából is megállapíthatjuk, hogy az jó minőségű anyagból készült, noha a pusztán vászon megoldás ekkor már igen csak elavultnak számított.

A zubbony nagy méretű, gombokkal záródó mellzsebekkel és jobb oldalon egy karzsebbel is rendelkezett. A zubbony – a felső kettő gombot leszámítva – rejtett gombolással készült, a mandzsetta gombjai pedig ún. „puskás” mintázatot kaptak. (A gombokon 1957 óta használták a két ke-

resztbe tett „puska koszorún” jelképet.) A rendfokozati jelzés a bal karon kapott helyet, ami egy 1945 óta többször is felmerült gondolat, bár sosem véglegesítették a Magyar Honvédségnél. A könyökökre a zubbony anyagával megegyező foltok kerültek. Az addig használt zöld legénységi, illetve a hivatásos állomány számára kiadott barna ing helyett egységes, zöld gyakorlópolót terveztek, amelynek a bal karjára lehetett felerősíteni a rendfokozati jelzést. [5; 21–25.] A HM HIM gyűjteményébe két eltérő zubbony is bekerült: az egyik egy gombos pánt kapott helyet, amelyre „rá lehetett húzni” a hajtóka formájú rendfokozati jelzést (akár csak egy vállszalag és váll-lap esetén), míg egy másik példányon egy jóval egyszerűbb tépőzárt varrtak fel a zubbony bal ujjára, hogy a viselője annak segítségével tehesse fel a rendfokozati jelzését².

A nadrág a 65 M (hadi) gyakorlóruhától eltérően bővebb szabású volt, és nagy, gombos combzsebek is helyet kaptak rajta. A szárát a bakancsba kellett tűrni, hasonlóan a 65 M nadrághoz. Az ülepét és a térdét (combközéptől) külön szabott ülep- és térdfoltokkal megerősítették. [5] A télikabát (amit a katonai szleng csak „mikádóként” emlegetett) szabása megegyezik a nyárrival, kiegészülve két „átnyúló hasítékos” (kézmelegítő) zsebbel. A 65 M télikabát rendszerezése óta élő hagyomány jegyében a téli felsőt kivehető, steppelt vattázott (vatelin) béléssel látták el³, valamint derékban összehúzhatóra készítették el. [5; 24.] A téli nadrágról nem állapítható meg, hogy kantáros vagy szimpla kivitel, de a legvalószínűbb, hogy a 87 M ejtőernyős téli nadrághoz hasonlóan az előbbi megoldással készült, valamint bélelt volt. A szárát egy gomb és szalag segítségével össze lehetett húzni. A felső és alsó ruhák zsebeit bőséghajtásokkal tervezték meg, méretük jelentősen megnőtt a 65 M egyenruhához képest, így sokkal alkalmasabbak voltak célzsebeknek. [7; 206.]

Habár a nyári gyakorlóhoz az 1975 óta használt, magasan szabott elő-

részű Bocskai-sapkát kellett viselni, a téli verzióhoz saját, alacsony szabású, szemernyős darabot terveztek, amelyre könnyen rá lehetett húzni a műszálás „csősálat”, így kényelmesebben viselhették a rohamsisakot a katonák. [5] A jól ismert „téli ing” (közkedvelt ragadványnevével a „molinó”) helyett átmeneti időszakban magában is viselhető pulóvert is terveztek, amelynek szintén a bal ujjára lehetett felerősíteni a rendfokozati jelzést. [5] Új derékszíjat ekkor még nem terveztek (legalábbis a füzetbe nem került be), így az akkor használt „régi” varrott/szegecsezt, pergőcsatos legénységi, valamint a „kétütkés” hivatásos állományú bőrszíjakat használták hozzá. Ugyanakkor a zubbonyon már nem volt ott a megszokott vállpánt, és így



2. ÁBRA. A kísérleti gyakorlóruházat a Hadtörténeti Múzeum 1991-es kiállításához készült „zöld füzetben”. Jól megfigyelhető a zubbonyon a karzseb és a karon viselhető rendfokozati jelzés. A tereptarka változaton a zseb már a zubbony bal ujjára került át [6]

¹ 97/98 leltárjelzetű zubbony (HM HIM tulajdona).

² NR 691 leltárjelzetű zubbony (HM HIM tulajdona).

³ RR689 leltárjelzetű egyenruha (HM HIM tulajdona).



3. ÁBRA. 2000-ben gyártott 93 M ejtóernyős zubbony. Szabásában csak az extra könyökfoltokban tér el a 87 M variánstól, valamint erről a változatról már eltűnt a vállszalag. A bal karjára a nemzeti színű pajzs is felkerült, ami ekkortájt terjedt el belföldön (A Magyar Különleges Erők Hagományörző Egyesület tulajdona)

a tiszti-tiszthelyettesi vállszíjat⁴ nem lehetett (és nem is kellett) felszerelni. Fontos megjegyezni, hogy ez is azt mutatja, hogy komoly szándék volt a rendfokozati jelzések és azok viseleti elemeinek megváltoztatására. [5]

Az 1992-es próbákat követően nem indult be az új gyakorlóruházat sorozatgyártása. A Honvédség továbbra is a régi gyakorló-egyenruhákat alkalmazta, bár a háromszínű 87 M ejtóernyős ruházatot más, nem ejtóernyős kihelyezésre felkészített alakulat számára is kiadták, például a Budapesten települő MH Békefenntartó Erők Kiképző Központnak (MH BEKK), vagy az 1993-ban felállított szolnoki MH 88. Légimozgékonyosságú Zászlóaljnak. Magasabb beosztású tisztek is gyakran viseltek ejtóernyős gyakorlót sajtónyilvános megjelenéseken, különösen külföldi csoportok fogadásánál. [8][9] Egyértelműen megnőtt az igény egy új, tereptarka gyakorló-egyenru-

ha iránt, amit tovább erősített az MH nyugati orientációja, valamint a sorozott tömeghadsergeről a kisebb, szerződéses/hivatásos állományú haderővé történő átalakulás folyamata. Az egyszínű (hadi) gyakorlóruházat jellemzően a sorozott fegyveres erők egyik védjegye volt⁵, illetve tulajdonképpen ma is az, ha az osztrák Bundesheert, vagy az izraeli haderőket vizsgáljuk. Az egyszínű (hadi) gyakorlóruházat a Varsói Szerződés tagjaként optimális volt a Magyar Néphadseregnek, ellenben a Békepartnerségi Programba belépő, majd a NATO felé törekvő Magyar Honvédségnek már kevésbe felelt meg.

A NÉGYSZÍNNYOMÁSOS GYAKORLÓRUHÁZAT

Az sem elhanyagolható tény, hogy a 90-es években valóságos tereptarka „bumm” következett be a világ katonai egyenruháinak világában [7; 206.] Nem szabad elfelejtenünk, hogy az orosz hadsereg is ekkortájt kezdte nagy számban rendszeresíteni a még az 1980-as években tervezett összefegyvernemi VSzR-93 gyakorlókat [11][12], ami még egy lökést adott az új magyar tereptarka gyakorlóruházat bevezetése felé. 1992 és 1994 között a magyar tervezők több különböző anyagot és színárnyalatot kipróbáltak. A kiindulási alap az amerikai „woodland” (erdei) mintázatra emlékeztető, a magyar hagyományoktól eltérő, vagyis nem három-, hanem négyszínű kombináció lett. [7; 206.] A „Magyar Honvédségnél 1993-tól rendszeresített bevezetett tereptarka gyakorló alapanyagoknak az alap műszaki mechanikai követelményeken túl megfelelő álcázó tulajdonságokkal is rendelkezniük kellett. Követelmény, hogy a négy szín – homok, zöld, barna, fekete – megfelelő összeállítása, színerőssége azonos hatású legyen a természetben előforduló színekkel. A színek nyomása ennek elérése érdekében már az szövet alapanyag fejlesztésének időszakában az előírt értékeknek megfelelően történt.” [13; 50.]

Az új, immáron négyszínűnyomású tereptarka egyenruhacsald az MH Ruházati Ellátó Központ által kiadott 1994-es tájékoztató füzetben debütált. Gyors szemrevételezés után láthatjuk, hogy az 1991-ben bemutatott, majd 1992-ben csapatpróbára küldött „zöld ruha” vonalai köszönnek vissza szinte minden új tereptarka gyakorlóruhán. Itt már mintaszámmal is jelölték őket: a „90 M nyári” és „téli gyakorlóöltözet” végső soron a kísérleti egyenruha „mimikrizett” változata. A leírás szerint: „Anyaga tereptarka, mintázata négy színből tevődik össze, mely jó álcázási lehetőséget biztosít.” [13; 50.] Fontos megemlíteni, hogy a 90 M általános gyakorlóruházat alapanyagának összetétele a kezdetekben 100% pamut volt. A későbbi továbbfejlesztések során, a 2000-es évek elején az alapanyag összetételét felváltotta a kevertszál (50% pamut és 50% poliamid) összetétel, amely növelte az anyag strapabírósságát, valamint a komfortérzetet. Ezzel egyidőben felmerült az igény az éjszakai láthatóság csökkentése iránt, amit az infralámpák elterjedése tett szükségessé. Így kapta az alapanyag az infrareflexiós tulajdonságát, amely az alapanyag festésével egyidőben került felveltelre.

Formai kialakítás tekintetében eltérés azonban a „zöld ruhához” képest a rendfokozati jelzésben mutatkozott, az a karról a hagyományos helynek számító zubbonygallérra került át, bizonyos esetekben a klasszikus paroli mintáját követve. A legénységnek ekkor még (továbbra is csak papíron) rendfokozat-alap nélkül, a gallérra felvarrt fehér, hatágú műanyag csillagokkal kellett megelégednie. A tiszthelyettesek és tisztek azonban barna posztóval bevont merev alapra felhelyezett fém hatágú csillagokat kaptak. A tiszthelyettesi jelzésen bronzszínű paszomány és ezüstcsillagok, a zászlós és a tiszti kivitelekre pedig aranycsillagok kerültek fel. Ekkor még terveztek külön szerződéses rendfokozati jelzéseket is, amelyek zöld vászon bevonattal és szegély nélkül ké-

⁴ A sorkatonák maró humorral csak „majomkantárnak” vagy „növekedésgátlónak” hívták, de ismert volt az „antantszji” elnevezés is. (Berkesi István tartalékos hadnagy visszaemlékezése 2016-ból.)

⁵ Az egyik kivétel pl. a japán véderő, ami csak 1989 után kezdett áttérni az egyszínű, zöld, amerikai stílusú egyenruháról az összefegyvernemi tereptarka uniformisra. [10]

szültek (volna). Érdekeség, hogy ilyen 1994-ben bemutatott rendfokozati jelzéssel ellátott zubbonyal rendelkezik a HIM is⁶, amely ráadásul a már említett MH BEKK egyik századosának tulajdona volt. A gyakorlatban azonban ezek a rendfokozati jelzések nem terjedtek el.

A kísérleti ruhához képest ekkor már (papíron) rendezték az öv kérdését is: az „*Öv részébe a tiszt és tiszthelyettes állomány fekete bőr övet, a sorállomány hevederövet használt.*” [14] A nyári nadrág szára gumírozott volt, ezért már nem kellett betűrni a bakancsba, mint a kísérleti nadrágot. Az övcsatok eltértek volna egymástól: a tisztok a korábbi legénységi kimenő ruha övcsatja alapján elkészített, fekete, koszorúval szegélyezett két puskás változatot, míg a tábornokok tölgy- és olajággal kiegészített koronás kiscímeres verziót kaptak volna. A legénységi öv egyszerű fekete műanyag csattal lett volna ellátva, bár néhány képen a tábornokival megegyező övcsat szerepelt. A valóságban ez csak sokkal később és tulajdonképpen máshogy valósult meg.

A gyakorlósapka az 1975 óta használt, magasan szabott darab alapján készült el. A téli gyakorló is megőrizte a kísérleti ruha vonalait, de a téli sapka a nyári sapka vtelinnel bélelt és lehajtható füllel ellátott változata lett. A rendfokozati jelzést a bal ujra kellett felerősíteni, ami egyébként nem túl praktikus megoldás, hiszen a fegyverszj, illetve hátizsák pántja könnyen elakadhatott volna rajta. A nadrág itt már bizonyíthatóan kantáros kivitelezésben készült. A fűzetből kiderült az is, hogy téli időszakban a nyári gyakorlót is viselni kellett alatta, valamint bizonyos esetekben a pulóvert is fel lehetett venni hozzá. Érdekeség, hogy ez az utóbbi ruhadarab ekkor még nem került be a fűzetbe, csak két évvel később debütált hivatalos kiadványban. [15] A sapkák jelvényeit a megszokott barna műanyag helyett nemzeti színűre cserélték, ezzel végleg szakítottak az 1950-es évek második felétől alkalmazott „szovjetes” darabokkal.

Az 1994-es kiadványban további három négyszínynyomású egyenruhát

mutattak be. Az egyik a 93 M nyári és téli gyakorló, amelyet a legkönnyebben úgy tudnánk jellemezni, hogy ezt szánták „tábornoki uniformisnak”. A 90 M gyakorlókhoz képest itt szembeötlő különbségek vannak az 1991-ben bemutatott zöld színű kísérleti ruhától eltérően: a zubbonya nem kettő, hanem négyzsebes kivitelű, amelyek tűzöttek is voltak. Ráadásul nem kellett betűrni a nadrágba (furcsa, hogy ezt az egyébként praktikus megoldást miért nem az összefegyvernemi gyakorló esetén alkalmazták). A nadrág combzsebeinek kapacitását bőszegélyekkel növelték.

A gyakorlósapkák szabása némileg eltérő volt a korábban bemutatott daraboktól, inkább az 1944 M tábori fejedő szabását követték. Elöl a rendfokozati jelzés kapott helyet (hasonlóan az 1950-ig használt megoldással), a sapka oldalán pedig barna topánt és tölgyfa- és babérágból kialakított koszorút varrtak fel. A téli sapka oldalára szőrmézett fül került. A nyári gyakorlózubbony és a bélelt télikabát bal zsebe fölé hímezett „HUNGARY” felvarró, a jobb fölé pedig a névfelirat került fel. Paradox módon végül ezek a felvarrt jelzések belföldi használatban csak lassan terjedtek el, inkább a külszolgálatot vállaló katonák (nem

feltétlenül tábornokok) zubbonyaira és „mikadóira” kerültek fel. A télikabát bélését panofix szőrmével, a gallért pedig műszőrmével oldották meg. A rendfokozati jelzést itt is (még) a karra kellett (volna) felerősíteni.

A 93 M ejtőernyős és repülőszereelő nyári, valamint téli ruházat egyáltalán nem a „zöld ruha”, hanem az 1987 M egyenruhacsatlád szabását követte (a repülőszereelő a szereelő szandált is tovább viselhették), bár a térd- és ülepfoltokat „átemelték” rájuk, valamint a téli sapkát is a kísérleti egyenruhára hasonlító formavilággal alkották meg, viszont ezek nem terjedtek el. (3. ábra) Az ejtőernyős, illetve repülőszereelő gyakorlózubbonyon és télikabátokon kezdetben megtartották a (már 1987-ben is funkciótlán) patenettel záródó vállszalagot és a télikabát műszörme gallérját, amely megoldásokat később elvetették. Az ejtőernyőshöz a régi, 1987-ben debütált rendfokozati jelzéseket („lepkéket”) szánhatták, mert a bal karra felkerült a téglalap alakú tépőzár. [14]

1996 volt az az év, amikor az új egyenruhacsatlád valóban használatba került a Magyar Honvédségnél. Ekkor adtak ki egy újabb tájékoztató fűzetet, amiben kisebb eltérések mutatkoztak az 1994-es kiadvány-

4. ÁBRA. Az MH 1. Könnyű Vegyes Ezred katonái a szolnoki kórházban történt tüzeset miatti evakuálás során (2003. febr. 3.). Jól látszik a jobb oldalon álló katona (tizedes) által viselt ritka, télikabáttra való, nem szegélyezett rendfokozati jelzés [18]



⁶ Leltári szám: 2010.34.1. Ru.



hoz képest. [15] Ekkorra véglegese-
dett a 90 M gyakorlóruházat szinte
valamennyi eleme. A 93 M „tábornoki
gyakorló” már nem szerepelt benne,
ellenben a gyakorlópulóver már igen.
A „Köznapi- és gyakorlópulóver” a
zöld elődtől abban tért el, hogy nemcsak
a vállait erősítették meg, hanem a
könyökét is, valamint egy meg-
erősített zseb is felkerült a bal oldalra,
továbbá a zsebfedővel egy vonalban
a jobb oldalon, egy másik tereptarka
foltot helyeztek el. A rendfokozatot
már nem a bal karra kellett feltenni,
hanem a vállszalagokra, ugyanis egy
téglalap alakú vállszalagot terveztek
hozzá. [15]

A rendfokozati jelzéseket egysége-
sítették, zöld posztó alapra hímzett
paszományok és csillagok kerültek rá-
juk, valamint a katonák jogállásától
függetlenül a zubbonyon és a télika-
báton a gallérra kellett felvarrni őket.
Annyi eltérés volt, hogy a sorállomá-
nyú tisztetek számára posztó alapú,
körbefutó hímzés nélküli jelzést ad-
tak ki.

Az ejtőernyős és repülőszereelő „mi-
kádóról” elhagyták a műszörme gallért.
Az ékítményeket egységesítették: a bal
zseb fölé a ma is használatos „HUN-
GARY”, a jobb oldalra pedig a hímzett
névfelirat került. A tábornoki gyakor-
lósapkára egy nagy méretű, hímzett,

koszorúval övezett koronás kiscímert
varrtak fel. [15] Érdekesség, hogy a le-
írás szerint a nyári gyakorlósapkára
nem kerülhetett fel a rendfokozati jel-
zés, azonban a gyakorlatban 2002-ben
már (az 1965 óta tartó hagyomány fé-
nyében) a bal oldalra kellett felvarrni a
rendfokozati jelzéseket. [16][17]

A sors fintora, hogy a tájékoztató
füzet kiadásának évében már kiadták
a 90 M összefegyvernemi gyakorlóru-
hákat, igaz elsősorban a tábornokok,
valamint a Boszniában tevékenykedő
IFOR (Implementation Force) béke-
fenntartói részére. A füzetben látott
és a valóságban viselt egyenruhák
között azonban voltak különbségek.
Kezdetben még nem egységesen lát-
ták el a kontingenst 90 M egyenru-
hákkal: a fő munka/szolgálati öltözet a
rég 65 M zöld gyakorló volt, valamint
a 87 M ejtőernyős ruházat is jelen volt.
[7; 206.] A magyar kontingens 1996.
január 31-én áttelepült Okucaniba (Hor-
vátország), ahol még csak az egyen-
ruhacsalád bizonyos elemeit viselték
[19], azonban az első váltást, amit júli-
usban indítottak el, már teljesen 90 M
gyakorlókkal látták el. [20] Ekkor még
nem álltak rendelkezésre kellő számban
a gallérra felvarrható parollik, és jobb
híján olyan zubbonyokat rendel-
tek, amelyekre vállszalagokat varrtak,
hogy (az 1994 óta hatágú csillagok-

kal szerelt) posztó bevonatú gyakorló
váll-lapokat rá lehessen húzni. A kül-
szolgálatos feladat miatt kis méretű
„HUNGARY”, valamint névfeliratokkal
látták el őket. A jobb karra sárga sze-
gélyes, nemzeti színű pajzs (fontos,
hogy ekkor még ez szigorúan csak bé-
kefenntartó jelzés volt [21]), míg a bal
oldalra cirill- és latin betűs „IFOR” fel-
iratú, fehér és világoskék színű karjel-
zés (bizonyos esetekben ilyen csapat-
karjelzéssel ellátott karpánt) került.
Egy a HM HIM birtokában lévő „misz-
szios” zubbonyon jól megfigyelhetők
ezek a disztinkciók⁸. A tárgyalt darab-
on – amit egy Udvardy nevű zászlós⁹
viselt – még a „felszabadult” hajtókán
elhelyezett fegyvernemi jelzések (lö-
vész) is helyet kaptak.

Létezett azonban egy öltözet,
amely nem került be az 1996-os tá-
jékoztató füzetbe, csak a hátsó borítóján
volt látható. A fotón a kétrészes
esővédő öltönyt a magyar kontin-
gens egyik katonája viselte, illetve a
felkészítésnek helyt adó Ercsi lakta-
nyában, valamint boszniai területen
forgató tévéstábok felvételein is lát-
ható volt az öltözet. 1996. január 17-
én Göncz Árpád köztársasági elnök
látogatta meg a kontingenst annak
elbúcsúztatása alkalmából. A felső-
rakoztatott díszalegység tagjait egy-
ségesen az új esővédő öltönybe öltö-
ztették, valószínűleg azért, mert
ebből állt a legtöbb a rendelkezésre.
A QR-kóddal jelzett felvételen jól lát-
szik az is, hogy csapadék nem hullott,
így ez a tény csak azt az elméletet
erősíti, hogy az új, tereptarka egyen-
ruhában történő egyöntetű megjele-
nést csak így tudták megoldani. [22]
Az 1998-as öltözködési utasítás kitért
rá, bár a mintaszámát nem közölte: „A
hivatásos állomány a hadi- (gyakorló-)
öltözetéhez esővédő öltönyt, a tiszteti
rendfokozattal rendelkező szerződéses
és a hadköteles katona esőgallér-sá-
torlapot, illetve szakbesztástól füg-
gően esővédő öltönyt hord.” [16] Azért
is biztosak lehetünk abban, hogy er-
ről az esővédőről van szó, mert a
szabályzat kitér a rendfokozati jel-
zésekre: „122. Barna hímzett (tépőzá-
ras) (paroli) rendfokozati jelzést visel

5. ÁBRA. Magyar katonák
a Szablya 2002
hadgyakorlaton
négyszínnyomású,
kétrészes esővédő
öltönyben [34]



⁷ A korai variánsban csak latin betűs felirat volt közepén. (Magángyűjteményben található darab vizsgálata.)

⁸ 2010.29.1.Ru

⁹ 2010.29.1.Ru

a Honvédség állománya a pólón és az esővédő zubbnyon barna – a hadihajós állomány sötétkék – alapszínben. ... 138. Tépőzárral felszerelt himzett paroli rendfokozati jelzést visel a Honvédség állománya a pólón és az esővédő zubbnyon.” [16] (5. ábra)

Az 1996-os horvátországi és boszniai (a jobb oldali QR-kóddal jelzett) felvételeket tanulmányozva láthatjuk azt is, hogy habár az ugyanabban az évben kiadott füzetben a téli felsőruháról már eltávolították a műszörme gallért, egy bizonyos mennyiség még is elkészült belőle, hiszen több hivatásos tiszt, valamint az akkori honvédelmi védelmi miniszter, Keleti György is viselte egy látogatása alkalmával. Azonban a rendfokozati jelzést nem a karra varrták fel, hanem egyszerűen régi váll-lapot húztak a vállszalagokra. [23] Továbbá az új téli sapkák helyett a katonák jobbára a régi műszörmezett „usankát” viselték téli körülmények között, nyáron, illetve átmeneti időszakban pedig zöld baretsapkát, műszaki sapkajelvényvel. Ez a gyakorlat a későbbiekben is megmaradt, bár lövész fegyvernemi jelzést tartalmazó himzett kiegészítővel.

1996-ban egy másik nyári változat is megjelent a külszolgálatra alkalmazott nyári gyakorlókból egy, az Egyesült Államokba küldött csoporton. Ez a gyakorlóöltöny annyiban tért el az IFOR-SFOR variánstól, hogy a 93 M ejtőernyős ruházat alapján készült, kiegészítve a zubbony bal karjára felvarrt nemzeti színű pajzzsal, amely más változatokhoz képest lejjebb került. Jól látszott továbbá az is, hogy a 87 M zubbnyon megismert, a „lepkék” számára felvarrt tépőzárak lemaradtak a zubbnyokról, és a hiányzó új rendfokozati jelzéseket az ejtőernyős zubbnyra felerősített váll-lapokkal oldották meg. Különösen érdekes látványt nyújtottak a gyakorlónadrágokba behúzott régi tisztibőr derékszíjak. [24]

Az 1997-től SFOR (Stabilisation Force) néven tevékenykedő erőn belül működő magyar műszaki kontingens tagjait fokozatosan és teljesen „átöltöztették” 90 M (hadi) gyakor-



lóba, majd az 1999-ben elindult koszovói KFOR (Kosovo Force) magyar csoportját már az induláskor kizárólagosan ezzel a gyakorlóruhával látták el. [7; 208.] A különböző ékítményeket is egységesítették: széles „HUNGARY”-t és a nevet tartalmazó felvarrók kerültek rájuk, valamint 1996 decemberére már kellő mennyiségű, gallérra felvarható rendfokozati jelzés (paroli) is rendelkezésre állt, hogy az akkori SFOR-váltást ellássák velük. [25] Ennek következtében végleg eltűnt a vállszalag a zubbnyokról és a „mikádókról”.

Belföldön is egyre jobban elterjedt a négy színnyomású gyakorlóruházat. A sorkatonák (illetve az egész MH) létszámának csökkenésével, továbbá a szerződéses állományú katonák létszámának növekedésével egyre több lett a tereptarka gyakorlót viselő katonák a Honvédségben, de a régi „65 M zöld ruha” egészen 2004-ig, a sorkötelezettség felfüggesztéséig tartotta magát. [7; 208.] Gyakori volt a „vegyes öltözködés”, például a szolnoki MH 88. Gyorsreagálású Zászlóaljnál nemcsak a sor-, de a szerződéses és hivatásos katonák között is. Az alakulat felállítása óta a 87 M ejtőernyős gyakorlóruházat volt használatban, és az 1990-

es évek második felétől a különböző külföldi gyakorlatokon is abban vett részt az állomány. Ezekben az esetekben a régi zubbnyokra megkapták az 1996 óta használt „HUNGARY” jelzést, valamint a nemzeti színű pajzsot, továbbá a gyakorlópólót is. [26] (6. ábra) Az utóbbiakat hazai feladataik során is viselték a korszerűtlen gyakorlóingek helyett, ahogy a külszolgálatos zubbnyokat is gyakran „magukon felejtették”. [28]

Egy 2000-ben szolgált sorkatonára visszaemlékezése szerint a tapolcai Kiképző Központban alapképzésre még az „újralfestett”¹⁰ 1965 M gyakorlóruházatot utalták ki számára (műanyag ellenzős, vagyis 1965–1974 között gyártott gyakorlósapkával és régi, sárga színű gyakorlóinggel) [30], de Székesfehérváron az MH 5. Alba Regia Vezetésbiztosító Zászlóalj Biztosító századában már a négy színnyomású gyakorlót kapta meg a zöld pólóval együtt. Hevederöv helyett a régi, bőr legénységi övet volt kénytelen a nadrágba „behúzni”. [31]

A 2001 októberében Egerben megrendezett nemzetközi felderítő versenyen indult magyar csapatok, valamint a szervezést lebonyolító személyek egyenruhái egyaránt vegyes képet

6. ÁBRA.
A Portugáliában, 1998-ban készült felvételen az MH 88. Gyorsreagálású Zászlóalj katonái zubbnyóján jól megfigyelhetőek a később belföldi használatban alkalmazott felvarrók [27]

¹⁰ Az 1960-as évektől bevett gyakorlat volt, hogy a viseléstől és mosástól megfakult zöld gyakorlóöltönyöket erős zöld festékkel újralfestették. [29] Viszont ez a megoldás közel sem volt tökéletes: „... Erről később kiderült, hogy az izzadó lábon zöld foltokat produkál, cserébe az izzadság sója fehérre kiütözik rajta. ...” [30]



7. ÁBRA. Magyar katonák sivatagi gyakorlóruházatban 2015-ben, Afganisztánban [39]



mutattak: zöld színű 65 M, 90 M összefegyvernemi, 87 M és 93 M ejtőernyős gyakorlók egyaránt előfordultak attól függően, hogy melyik alakulattól érkezett, illetve hogy milyen státusszal, valamint beosztással rendelkezett az illető. [32] Az eredetileg missziós feladatokra kiadott egyenruhákra tervezett nemzeti színű pajzs 2000 után belföldi használatban is általános lett. Sőt, 2003-ban már rögzítettek a tévékamerák (a mellékelt QR-kódon elérhető a felvétel) „színcsökkentett”, vagyis zöld színárnyalatokból összeállított pajzsokat is az MH 1. Könnyű – Vegyes Ezred¹¹ katonáin, noha ezek nem voltak hivatalosak, hanem egyéni beszerzésekről lehetett szó. [33]

A derékszíjak kapcsán is elmondható, hogy rendkívül vegyes volt a kép. A fent már ismertetett régi bőr derékszíjak és új hevederövek eltérő csatokkal, párhuzamosan futottak 2004-ig. A sorkötelezettség felfüggesztése után egységesült a viselet a fekete hevederövekre.

2004-et követően, közel hat év átmeneti idő után terjedt el és vált kizárólagossá az egész MH-ban a négy színnyomású egyenruhacsalád. Nem kellett sokat várni, hogy a meglévő darabok mellé új változatok készüljenek: a 2000 M nyári gyakorlóról a 9/2005. (III. 30.) HM rendelet („a Magyar Honvédség Öltözködési Szabályzatának kiadásáról”) tesz említést [35], de valószínűsíthetően az első darabokat már 2000 körül legyártották. Ez tulajdonképpen nem más, mint egy könnyített, vékonyabb anyagból készült, térd- és ülepfoltok, valamint karzseb nélküli 90 M összefegyvernemi gyakorló, amely „ripstop”¹² (megerősített vászonkötésű) anyagból készült. A két felkarra egy-egy gomb is felkerült; ennek és egy fülnek a segítségével fel lehet tűrni és rögzíteni az ujjakat a komfortosabb viselés érdekében. [37] Ismert egy rövid ujjú változat is, de annak a viselhetőségét 2010. december 31-vel megszüntették. Fontos megjegyezni, hogy kezdetben még 100% pamut anyagok használatában gondolkodtak a tervezők, de az



ezredforduló után az 50% pamut és 50% poliamid összetételű „kevert szövetre” váltottak, amivel az egyenruhákat tartósabbá és komfortosabbá kívánták tenni.

2003-ban elindult a Magyar Honvédség iraki és afganisztáni szerepvállalás-sorozata. Az új környezet miatt egy sivatagi színvilágú gyakorlóruházatra is szükség lett. A tervezők kézenfekvő megoldást választottak: az 1990 M összefegyvernemi hadiruházat kialakítását megtartva egy dominánsan barna-homok színvilágú, háromszínűsítésű „sivatagi gyakorlót” alkottak, az amerikai DCU („Desert Camouflage Uniform” – sivatagi te reptarka egyenruha) alapanyagából. (7. ábra) Általános célú fejfedőnek pedig körkarimás, viharzsinórral ellátott kalapot terveztek hozzá¹³. Az első darabokat még külföldi forrásból szerezték be, amelyek színhelyesek voltak a hivatalos dokumentumokban [35] 2003 M-ként említett ruházattal. A későbbiekben már „magyar alapanyagból” legyártott gyakorlóruhákat szállítottak a Magyar Honvédségnek, amelyek már négy színt tartalmaztak és 2003 M sivatagi (hadi) gyakorló néven került a rendszerbe. [38] Az öl-

tözködési szabályzat megszabta azt is, hogy a külföldi feladatra elvonuló alegységek tagjai itthon, a kibocsátó, illetve a fogadó ünnepségeken is a „sivatagi gyakorlót” viseljék. [35]

Érdekesség, hogy a 2004-ben bemutatott *Bevetés* című, a Katonai Filmstúdió által készített rövidfilmben az MH 1. Könnyű Vegyes Ezred felderítő katonái a sivatagi kalap négyszínűsítésű változatát viselték. [40] Tagadhatatlanul praktikus fejfedő, és azóta is használatban van. (A film a mellékelt QR-kód segítségével megtekinthető.)

Az évek során több vállalat is konfekcionálta a Honvédség számára a négyszínűsítésű gyakorlókat. A 2006 körül megjelent „erdei”, „kevert” és „ripstop” anyagból készült alvariánsok külön cikket érdemelnének, annyira eltérőek egymástól. 2010 körül jelentek meg a tépőzárás rendfokozati jelzéssel, név és „HUNGARY” jelzésekkel ellátott verziók is. Bár szabálytalan volt, számtalan katona extra tépőzárakat varrt a jobb karra a levehető csapatkarjelzések számára.¹⁴ Az alapvető probléma nem feltétlenül a ruházat anyagával adódott, hanem a hordmódjával; szinte nem talál-

¹¹ Az 1993-ban felállított 88. Légimozgékonyaságú, majd Gyorsreagálású Zászlóalj jogutóda, ami 2004-ig működött ezzel az elnevezéssel.

¹² „A Ripstop (hasadásgátló) szövet egy megerősített szövésű szövet típus. A vékonyabb textilbe 5-8 mm-enként egy vastagabb szálat fűznek be, a szövet a végén enyhe négyzet alakú mintázatot mutat és remek szakítószilárdsággal rendelkezik.” [36]

¹³ Ezt a katonák (a négyszínűsítésű változatával egyetemben) előszeretettel gúnyolták „kalandkalapnak”.

¹⁴ 2010 előtt szabálytalan volt csapatkarjelzést felvarrni a zubbonyok ujjára, de így is elég gyakori volt, különösen a 2000-es évek elejétől. [41]

koztam olyan katonával az évek során (beosztástól és rendfokozattól függetlenül), aki pozitívan értékelte volna, hogy a zubbonyt be kellett tűrni a nadrágba. Ezt az 1960 óta fennálló problémát közel hatvan évig görgette a katonai vezetés, és csak az új, 2015 M (hadi) gyakorlóruházat bevezetésével oldódott meg. Az új egyenruha a mintaszámától eltérően csak 2016 után terjedt el tömegesen, és 2018-tól lett általános, ezzel nyugdíjba küldve a már majd negyedszázados szolgálati múltat magának tudó „bociruhákat”.

Fontos megjegyezni, hogy az 1990 után átalakuló Magyar Honvédség egyik jelképévé, ha nem az egyik legfontosabb szimbólumává vált a négy színnyomású gyakorlócsalád, annak ellenére, hogy bizonyos szempontból már rendszeresítések elavult volt. [7; 207.] A sors fintora azonban, hogy bár a Honvédség 2020-ra szinte teljesen „levetette” a régi gyakorlót, a maradék anyagok felhasználásával még 2016-ban készült egy „modernizált” változat, melyet elméletileg missziós célra szántak; mára ezek is „kikoptak” a használatból (csupán egyetlen KFOR-váltás viselte). [42] Ellenben a HM Elektronikai, Logisztikai és Vagyonkezelő Zrt. fegyveres biztonsági őrei még 2025-ben is viselik a 90 M egyenruhát, megfelelő kiegészítővel. Továbbá amolyan „pótygyakorlóként” vagy „ellenőri ruhaként” áll használatban. Alighanem még sokáig megtalálható lesz „a boci” egyesek ruhatárában.

ÖSSZEFOGLALÁS

A 90 M egyenruhacsalád távol állt a tökéletestől, de történeti jelentősége elvitathatatlan. Hibáival és előnyeivel együtt jól illeszkedett a saját korába és a 20. századi magyar egyenruha történetében igen tekintélyes szolgálati időt tudhat magáénak. A katonai gyakorlóruhák fejlődése 1945 után szédületes sebességre kapcsolt, így nem csoda, hogy nehéz volt lépést tartani a nemzetközi trendekkel. A 90 M gyakorlócsalád végső soron ellátta feladatát, és mikor az ideje leáldozott, fokozatosan átadta a helyét az utódjának, így nem tehetünk mást, mint érdemei elismerése mellett emlékezünk a Honvédség eme öltözet-együttesére. ■

HIVATKOZÁSOK

- [1] Magyar Honvédség Öltözködési Szabályzat és a Magyar Honvédség Öltözködési Szabályzatát módosító 149/1990. (HK 16.), 19/1991. (HK 3.), 104/1992. (HK 21.), 115/1992. (HK 24.), 68/1993. (HK 22.), 8/1995. (HK 4.), 39/1996. (HK 14.) HM utasítások. netjogtar.hu (Letöltve: 2024.02.11.)
- [2] Magyar ENSZ-katonák Bakubában. M1. ID: 310748, 1988. <https://nava.hu/id/310748/> (Letöltve: 2023.11.13.)
- [3] A Magyar Honvédség új egyenruhái. MTV híradó. ID: 05177_1991 https://nava.hu/id/05177_1991/ (Letöltve: 2024.02.04.)
- [4] Egy igazán „különleges” beszélgetés – interjú Kiss Zsolttal (III. rész). Felderítők Blogja. https://felderitokblogja.blog.hu/2019/04/21/egy_igazan_kulonleges_beszelgetes_interju_kiss_zsolttal_iii_resz (Letöltve: 2023.11.08.)
- [5] Pusztay Sándor (szerk.): Tájékoztató a Magyar Honvédség nemzeti hagyományokat tükröző öltözeti rendszeréről az új hadiruházat fejlesztéséről. MH Ruházati Szolgálatfőnökség, 1991.
- [6] Berkesi Balázs: „Boci” – de zöld? – Egy kísérleti egyenruha története (és ami utána jött) 2017.08.06. Felderítők Blogja. https://felderitokblogja.blog.hu/2017/08/06/boci_de_zold_egy_kiserleti_egyenruha_tortenete_es_ami_utana_jott (Letöltve: 2024.02.11.)
- [7] 100 év, 100 műtárgy a XX. század hadtörténetéből. HM Hadtörténeti Intézet és Múzeum, Budapest, 2012.
- [8] Fegyverzetellenőrzés. A Magyar Televízió felvétele 1991.05.30. MTV híradó. ID: 03801_1991 https://nava.hu/id/03801_1991/ (Letöltve: 2025.04.09.)
- [9] Jordán Gusztáv (szerk.): Magyar Honvédség. Zrínyi Kiadó, Budapest, 1993.
- [10] Camopedia: Japan. <https://www.camopedia.org/index.php/Japan> (Letöltve: 2023.11.08.)
- [11] The History of The Russian VSR Camouflage Family. Uniform History. <https://www.youtube.com/watch?v=xhCkfJEEyqo> (Letöltve: 2024.01.31.)
- [12] Jójárt Krisztián et al.: Az orosz–ukrán háború tapasztalatai I. Védelmi Tanulmányok. Nemzeti Közszerzői Egység, Budapest, 2024/1, 57.
- [13] MH Ruházati Ellátó Központ: Évkönyv 1995. Kornétás Kiadó, Budapest, 1996.
- [14] Tájékoztató füzet: A Magyar Honvédség új egyenruhái. MH Ruházati Ellátó Központ, 1994.
- [15] Tájékoztató füzet: A Magyar Honvédség új egyenruhái. MH Ruházati Ellátó Központ, 1996.
- [16] 19/1998. (XII. 16.) HM rendelet a Magyar Honvédség Öltözködési Szabályzatának kiadásáról. https://jogkodex.hu/jsz/1998_19_hm_rendelet_3434044 (Letöltve: 2025.02.25.)
- [17] NAVA: Honvédség 2002. ID: 06776_2002 https://nava.hu/id/06776_2002/ (Letöltve: 2024.02.04.)
- [18] Mészáros János: Ablakokon át adogatták ki a bebugyolált apróságokat – fotók a 21 évvel ezelőtti szolnoki kórháztűz. Szóljon hírportál. https://www.szoljon.hu/helyi-kozelet/2024/02/ablakokon-at-adogattak-ki-a-bebugyolalt-aprosagokat-fotokon-a-21-evvel-ezelotti-szolnoki-korhaztuz?fbclid=IwY2xjawJsBZleHRuA2FbQixMAABHq-0f0qokAv1CXXZvJ1PzpK4lNwneNQoXwdwukBFzbnMZSFCNougkZvTD_aem_wvRA14c03zBdRETbSWLWov (Letöltve: 2025.04.09.)
- [19] NAVA: Hídverés – IFOR 1996. ID: 00716_1996 https://nava.hu/id/00716_1996/?fbclid=IwAR1Q4MAfDoQYJYU7aUbWO012lQTsglVDHDp6RvjdIm1UaiN9pVA9Zw0AA0 (Letöltve: 2024.02.04.)
- [20] NAVA: Hídverés – 1996. ID: 02902_1996 https://nava.hu/id/02902_1996/?fbclid=IwAR2_12Uvey6Rlch7XrbvGltOa8q9h0a5ytXDXfBqjYFa_nF98xBDooy3_M0 (Letöltve: 2024.02.04.)
- [21] Magyar Honvéd, 1997/46, 24.
- [22] NAVA: Goncz - Ercsi, Ercsi II. 1996. ID: 00193_1996 https://nava.hu/id/00193_1996/ (Letöltve: 2025.02.25.)
- [23] NAVA: Magyar IFOR – 1996. ID: 00278_1996 https://nava.hu/id/00278_1996/ (Letöltve: 2025.02.24.)
- [24] NAVA: IFOR elutazás Tökölről – 1996. ID: 03400_1996 https://nava.hu/id/03400_1996/ (Letöltve: 2025.02.25.)
- [25] Ercsi SFOR I. – 1996. ID: 05456_1996 https://nava.hu/id/05456_1996/ (Letöltve: 2025.02.25.)
- [26] A Portugáliában gyakorlaton résztvevő amatőr felvételek alapján. Elérhető: https://www.facebook.com/nyolcvannolc/photos/pb.100064424480179_-2207520000/1319268554754897/?type=3 (Letöltve: 2023.11.07.)
- [27] https://www.facebook.com/nyolcvannolc/photos/pb.100064424480179_-2207520000/1317398004941952/?type=3 (Letöltve: 2025.04.09.)
- [28] MH 88 KVZ és előd szervezetek Nostalgia Baráti köre https://www.facebook.com/1725033724435044/photos/pb.100066941990773_-2207520000/1751628015108948/?type=3 (Letöltve: 2025.02.25.)
- [29] Bacsoni Tamás – Molnár Sándor: Magyar katonai egyenruhák 1957–1990. Huniform könyvek, Budapest, 2010, 65.
- [30] Blog Republik: 295. – Bevonulás az ezredfordulón. https://milstory.blogrepublik.eu/2011/09/23/295_bevonulas_az_ezredfordulon/ (Letöltve: 2025.02.25.)
- [31] Blog Republik: 359. – Az I.-es kapu. <https://milstory.blogrepublik.eu/2012/06/19/359-az-i-es-kapu/> (Letöltve: 2025.02.25.)
- [32] Ármádia. 2001. októberi adás. <https://www.youtube.com/watch?v=OaBUAA3V0Vc> (Letöltve: 2025.02.25.)
- [33] Ármádia. 2003. decemberi adás. <https://www.youtube.com/watch?v=M0qoZ6dQGrk> (Letöltve: 2025.02.25.)
- [34] https://www.facebook.com/photo.php?fbid=723220236284140&set=pb.100057885090341_-2207520000&type=3 (Letöltve: 2025.02.25.)
- [35] 9/2005. (III. 30.) HM rendelet „a Magyar Honvédség Öltözködési Szabályzatának kiadásáról” https://jogkodex.hu/jsz/2005_9_hm_rendelet_9923377 (Letöltve: 2025.02.25.)
- [36] Ripstop. <https://www.4camping.hu/cikkek/outdoor-anyagok-es-technologiak/ripstop/> (Letöltve: 2025.02.25.)
- [37] Combat Gear Blog: 2000M Gyakorló Ruha. https://combatgear.blog.hu/2013/03/27/2000m_gyakorlo_ruha (Letöltve: 2025.02.25.)
- [38] Combat Gear Blog: 2003M (2004M) Sivatagi kalap. https://combatgear.blog.hu/2013/03/27/title_1637119 (Letöltve: 2025.02.25.)
- [39] Honvedelm.hu: A Magyar Honvédség folytatja afganisztáni szerepvállalását. <https://honvedelm.hu/hirek/hazai-hirek/a-magyar-honvedseg-folytatja-afganisztani-szerepvallalast.html> (Letöltve: 2025.02.25.)
- [40] Bevetés. Katonai Filmstúdió, 2004. Rendezte: Schütz Gergely. <https://www.youtube.com/watch?v=2VTznpZyoZQ> (Letöltve: 2025.02.25.)
- [41] 53/2010. (IV. 30.) HM utasítás <https://jogkodex.hu/doc/4099997> (Letöltve: 2025.02.24.)
- [42] Combat Gear Blog: Új magyar egyenruha család (2.). https://combatgear.blog.hu/2016/08/01/uj_magyar_egyenruha_csalad (Letöltve: 2025.02.25.)

OTT ISTVÁN DÁNIEL

ATOM-TENGERALATTJÁRÓK AZ AUSZTRÁL KIRÁLYI HADITENGERÉSZET KÖTELEKÉBEN

I. RÉSZ

AZ AUSZTRÁL KIRÁLYI HADITENGERÉSZET TENGERALATTJÁRÓ-FEGYVERNEME

1. ÁBRA. Számítógéppel készített grafika az SNN AUKUS atom-tengeralattjáróról. A tervek szerint öt, brit-ausztrál kooperációban gyártott példány fog 2040-től a RAN szolgálatába állni [1]

Összefoglalás: Ausztrália különleges földrajza, sajátos történelme és napjaink dinamikusan változó külpolitikai viszonyai jelentősen befolyásolták a haderő és a hadiflotta fejlesztését. A haditengerészeti haderőnem eszközeiből nem maradhettek ki a tengeralattjárók sem. Az első világháborútól kezdve szinte mindig hajózott az ausztrál lobogó alatt dízel-elektromos meghajtású tengeralattjáró. 2021 őszén az ausztrál kormány váratlanul bejelentette, hogy flottáját nukleáris meghajtású tengeralattjárókkal fogja felszerelni.

Kulcsszavak: Ausztrál Királyi Haditengerészet, tengeralattjáró, Oberon-osztály, Collins-osztály, Csendes-óceáni térség, kínai expanzió, Barracuda-osztály, atom-tengeralattjáró, AUKUS

Abstract: Australia's special geography, peculiar history and today's dynamically changing foreign policy environment have significantly influenced the development of its armed forces, including its naval fleet. Thus, submarines are also in the hardware of the navy. Since the First World War, there have almost always been diesel-electric submarines sailing under the flag of Australia. In the autumn of 2021, the Australian government unexpectedly announced that it would expand its fleet with nuclear-powered submarines.

Keywords: Royal Australian Navy, nuclear submarine, Oberon-class, Collins-class, Barracuda-class, AUKUS

BEVEZETÉS

Ausztrália különleges földrajza (minden oldalról óceánok határolják), sajátos történelme (a 18. századtól brit gyarmat, majd 1901-től a Brit Nemzetközösség tagja) és napjaink dinamikusan változó külpolitikai viszonyai (Kína expanziója a Csendes-óceáni térségben) jelentősen befolyásolta a haderő fejlesztését. Ez az oka annak, hogy az Ausztrál Védelmi Erő (Australian Defence Force – ADF) részét képező Ausztrál Királyi Haditengerészet (Royal Australian Navy – RAN) az ország lakosságához és gazdaságához mérten mindig jelentős volt. Ezt azonban indokolták a múltbeli, a jelenkori és a jövőben várható speciális biztonsági feladatok.

A fegyvernem eszközeiből nem maradhettek ki a tengeralattjárók sem.

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

Az első világháborútól kezdve kisebb-nagyobb szüneteket leszámítva mindig hajózott a kék alapon Dél Kezretjtével és a Nemzetközösségi csillagokkal díszített ausztrál lobogó alatt néhány dízel-elektromos meghajtású tengeralattjáró. Új egységek beszerzése már régóta napirenden volt, de 2021 őszen ezzel kapcsolatban az ausztrál kormány váratlan bejelentést tett: a világon hetedik államként nukleáris meghajtású tengeralattjárókkal fogja flottáját felszerelni, melyeket az USA és Nagy-Britannia anyagi és technikai támogatásával fog megépíteni. A bejelentésre érthető okból felfigyeltek a szakértők, katonai elemzők és a térség politikai közösségei is.

AUSZTRÁLIA FÖLDRAJZÁNAK ÉS TÖRTÉNELMÉNEK HATÁSAI AZ AUSZTRÁL TENGERALATTJÁRÓ- FEGYVERNEMRE

Ausztrália a föld déli féltekéjén helyezkedik el. A kontinensek között a legkisebb, ugyanakkor mint állam, az egész kontinensre kiterjedve a föld hatodik legnagyobb területű országa. Az őskortól kezdve több mint hetvenezer éve lakják emberek. A kontinent az európai civilizáció az angol James Cook¹ 1769–1770-ben vezetett expedíciója nyomán fedezte fel és az Ausztráliától délre elhelyezkedő Új-Zélanddal együtt rögtön Nagy-Britannia gyarmatává is tette. Ez a függés 1901-től szűnt meg, amikor Ausztrália kvázi önálló állammá vált, majd 1931-ben a Brit Nemzetközösség tagja lett, így Nagy-Britanniával a gazdasági és politikai kapcsolatai megmaradtak. [2][3]

Az említett történelmi múlt és a tény, hogy Ausztráliát a Csendes- és az Indiai-óceán határolja, a partvidéke 35 821 km hosszú, illetve, hogy az Egyesült Nemzetek Szövetsége 1982-es tengerjogi egyezménye szerint a partvontaltól számítva 200 tengeri mérföldön belül mintegy 8 148 250 km² óceáni terület lett kizárólagos gazdasági befolyással

bír [4], a kezdetektől napjainkig jelentősen meghatározta az ausztrál hadiflotta fejlesztésének irányát.

1859-ig a Brit Királyi Haditengerészet egységei látták el az ausztrál térség vizeinek védelmét, utána Sydney-i székhellyel külön brit haditengerészeti állomást hoztak létre, és 1913-ig a Királyi Haditengerészet egy századát tartották fenn, amit az ausztráloknak kellett finanszírozniuk, és a tervek szerint idővel ausztrál tengerészekkel kellett volna feltölteniük. Az 1909-es birodalmi konferencia után azonban úgy határoztak, hogy egy nagyobb haditengerészeti egységet hoznak létre, mely 1911-től Ausztrál Királyi Haditengerészet elnevezéssel működött tovább. [5] Amikor 1914-ben kitört az első világháború, az Ausztrál Királyi Haditengerészet kötelekébe két tengeralattjáró, a brit „E” osztályú AE1 és AE2 tartozott. A háború során mindkét egységet bevetették, szereplésük rövid, de hősies volt. Az AE1 1914. szeptember 14-én nyom nélkül eltűnt², amikor egy ausztrál flottakülönítmény, a császári Németország új-guineai gyarmatának elfoglalására indult. Az AE2-t 1915-ben az európai mediterrán térségbe vezényelték, ahol a gallipoli partraszállást kellett támogatnia; az első birodalmi tengeralattjáró volt, amely áthatolt a Dardanellákon, de április 30-án egy török ágyús naszádtól olyan súlyos sérüléseket szenvedett el, hogy légénysége a fenékszelepeket megnyitva elsüllyesztette, nehogy a megrongált tengeralattjáró az ellenség kezére kerüljön. [6]

Az első világháború után brit támogatással többször megpróbálták létrehozni az ausztrál tengeralattjáró-fegyvernemet, de az angol eredetű, elavult egységek alig néhány év szolgálat után rendre a hajóbontóban végezték, így a második világháború kitörése úgy érte Ausztráliát, hogy nem rendelkezett tengeralattjárókkal. A háború alatt átadott egyetlen HMAS³ K9 jelzésű, elavult egységet csak kiképzésre használták. Ellenben az ausztrál kikötők, Fremantle és Brisbane fontos bázisai

voltak a szövetséges amerikai és holland haditengerészet tengeralattjáróinak, melyek innen indultak a japánok elleni bevetésekre. [8] (3. ábra)

A helyzet nem javult a harcok befejezése után sem; egészen az 1960-as évek második feléig a Brit Királyi Haditengerészet 4. tengeralattjáró-flottillája biztosította a víz alatti képességeket. Az egység fenntartásának költségeit Ausztrália és Új-Zéland megosztva viselte. Ahogy azonban Nagy-Britannia elkezdte feladni nagyhatalmi státuszát és megkezdte tengerentúli erőinek radikális csökkentését, London azt javasolta, hogy Ausztrália hozzon létre egy önálló tengeralattjáró-flottát. [10]

AZ AUSZTRÁL TENGERALATTJÁRÓ- FLOTTA ÚJJÁSZÜLETÉSE

A javaslatot tettek követték: 1963-ban újraalapították az ausztrál haditengerészet tengeralattjáró-egységét, amelyhez még ugyanabban az évben megrendeltek négy⁴ brit gyártmányú,

2. ÁBRA. Az első két ausztrál tengeralattjáró egyike sem élte túl a „nagy háborút”; a korabeli brit képeslapon az AE1 látható, mely első bevetésén eltűnt [17]

3. ÁBRA. GATO-osztályú amerikai tengeralattjárók az ausztrál Fremantle kikötőjében két bevetés közötti feltöltésen a második világháború idején [9]

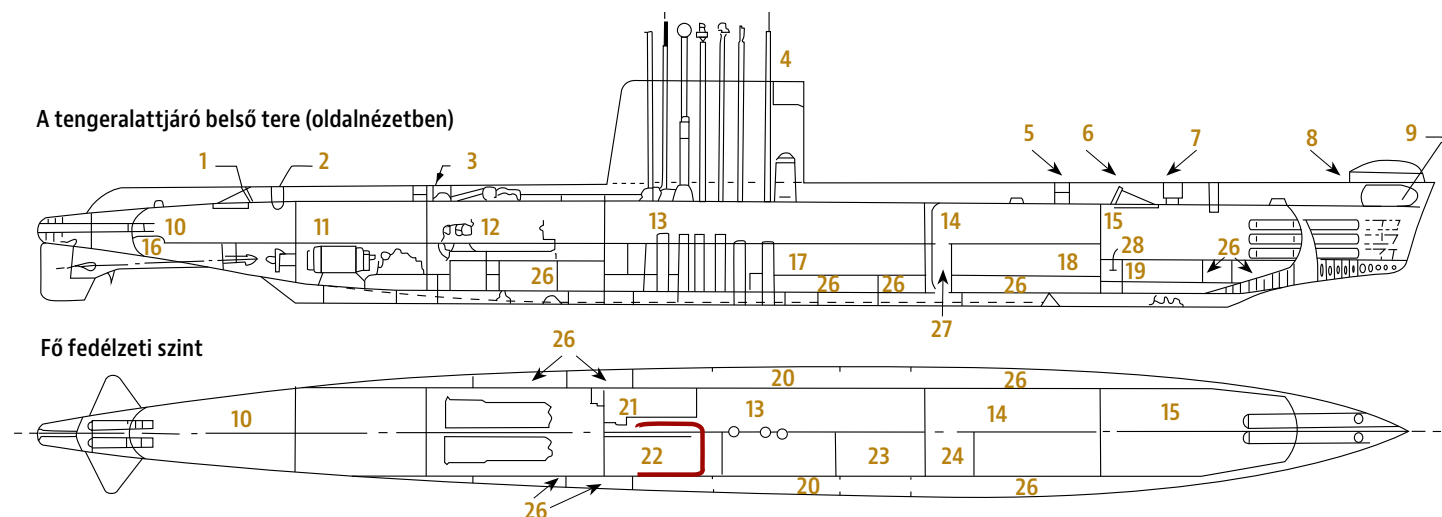


¹ James Cook (1728–1779) brit felfedező, tengerész, térképész és a Brit Királyi Haditengerészet kapitánya volt. Az ő hajója lépte át először a déli sarkkört 1773-ban.

² 2017 decemberében egy expedíció felfedezte a roncsait 300 méter mélyen az óceánban, a Duke of York szigetcsoport közelében. Háborús sírhely.

³ Her Majesty's Australian Ship: őfelsége ausztrál hadihajója.

⁴ Eredetileg nyolc brit OBERON-osztályú tengeralattjárót rendeltek 1964-ben, de 1971-ben törölték négy darab megrendelését, hogy finanszírozni tudják a tíz darab A-4 Skyhawk repülőgép beszerzését a HMAS MELBOURNE (R21) repülőgép-hordozóra. Később mégis vásároltak még két egységet, így hatra bővítve a flottát. [11]



1. hátsó torpedótér és -betöltő nyílás; 2. hátsó vészelhagyó nyílás; 3. gépház (hajtóműtér) fedélzeti nyílása; 4. torony (navigációs híd); 5. személyzet elülső elhelyezési körletének fedélzeti nyílása; 6. elülső torpedótér és -betöltő nyílás; - személyzet hátsó elhelyezési körletének (nem tisztai állomány) fedélzeti nyílása; 7. elülső vészelhagyó nyílás; 8. 187. típusjelű (Type 187) szonárburkolat; 9. szonárfülke; 10. személyzet hátsó elhelyezési körletének fedélzeti nyílása; 11. gépház: motortér; 12. gépház: hajtóműtér; 13. vezérlőterem (parancsnoki központ); 14. személyzet elülső elhelyezési körletének (tisztai állomány) fedélzeti nyílása; 15. elülső torpedótér; 16. hátsó kiegyenlítő (trimmelő) ballasztvíz- és tüzelőanyag-tartály; 17. hátsó akkumulátortér; 18. elülső akkumulátortér; 19. elülső kiegyenlítő (trimmelő) ballasztvíz- és tüzelőanyag-tartály; 20. oldalsó kiegyenlítő (trimmelő) ballasztvíz- és tüzelőanyag-tartály; 21. fürdők; 22. kommunikációs központ; 23. étkezdé; 24. konyha; 26. ballaszt- és tüzelőanyag-tartályok; 27. tárolók; 28. torpedó tárolóállvány.

4. ÁBRA. A brit OBERON-osztály a technikai kialakítása alapján az „ellentmondások tengeralattjárója” lett, mely már az 1960-as években alkalmazott olyan korszakalkotó megoldásokat, mint az üvegszál-erősítésű külső borítás [11]

5. ÁBRA. Az Ausztrál OBERON-osztályú tengeralattjárók közül a HMAS OXLEY volt az első. A hajóosztály tagjai 1967-től 2000-ig álltak szolgálatban [25]

OBERON-osztályú, dízel-elektromos tengeralattjárót. [13] Ebben az időben az OBERON-osztály jelentette a brit hagyományos meghajtású tengeralattjáró-gyártás csúcspontját. Igaz, terveinek eredete még a második világháborúig nyúlik vissza, melyben felhasználták a német Harmadik Birodalom tengeralattjáró-fejlesztése terén elért eredményeit is, így a német minta nyomán ellátták például korszerű légperiszkóppal. A második világháború végére a német Typ XXI típusban testesült meg az összes addigi tengeralattjárókkal kapcsolatos újítás. A háború után megszerzett példányokon folytatott tesztek és a fennmaradt tervek eredményeit igyekeztek a britek – és más nyugati nemzetek, de a Szovjetunió is – felhasználni, például a WHISKEY-osztályú tengeralattjárók tervezésénél. [12; 104–105.] A cél egy nagy hatótávolságú, nagy merülési mélységet elé-

rő, a hosszú távú bevetéseket szem előtt tartva jó munkakörülményeket biztosító, korszerű távközlő és felderítőberendezésekkel, nagy mennyiségű torpedóval felszerelt hadművelési tengeralattjáró-típus létrehozása volt. A hajótest borításánál több helyen már üvegszál-erősítésű anyagokat alkalmaztak. Az egyetlen, amiben az OBERON elmaradt a kortársaktól, az a hajótest hagyományos kialakítása volt, melynek indokai között ott találjuk a taton is elhelyezett torpedóvető csöveket és a két hajócsavartengelyt. A dízel-elektromos tengeralattjárók második világháború után készült újabb típusai (a nukleáris hajtást leszámítva) az áramvonalas, a víz alatti haladáshoz kialakított hajtórész, illetve egy hajócsavar tekintetében idővel egyre inkább hasonlítottak a második generációs SSN (Ship Submersible Nuclear – nukleáris meghajtású tengeralattjáró) kialakításához. (Ezek közé sorolható az amerikai BARBEL, a holland ZWAARDVIS vagy a német Typ 209 típusok). [12; 156.]

Mindenek ellenére egy merülésben haladva viszonylag csendes és nehezen felderíthető tengeralattjáró-típust hoztak létre. A fent említett tulajdonságok kiválóan megfeleltek a hatalmas vízfelületek ellenőrzésével megbízott Ausztrál Királyi Haditengerészet igényeinek is. Az OBERON-osztály a brit

tengeralattjáró-gyártás exportsikerre lett, mert Ausztrálián kívül Brazília, Kanada és Chile is szolgálatba állította. [12; 146–148.] A típust nagy számban alkalmazta a gyártó ország Nagy-Britannia haditengerészete is, mert – bár ekkor már rendelkezett több nukleáris meghajtású egységgel is – úgy gondolták, hogy az egyszerűbb és gazdaságosabban üzemeltethető dízel-elektromos tengeralattjárók jól használhatók a kisegítő feladatokban, illetve vész-tartalékok is jelentenek a bonyolult atom-tengeralattjárók meghibásodása esetén. [12; 149.]

Az Ausztráliának szánt egységeket a skóciai greenocki hajógyárban kezdték építeni, és az ausztrál történelemben fontos szerepet játszó, híres felfedezőkről nevezték el azokat: OXLEY, OTWAY, OVENS, ONSLOW.

Ezzel párhuzamosan a RAN önkénteseket kezdett küldeni a Királyi Haditengerészet tengeralattjárós kiképzésére. Az utánpótlás folyamatos volt, így minden átadott tengeralattjáróval egy teljes kiképzett személyzet került haza. 1967-ben az OXLEY kihajózott Nagy-Britanniából, majd a Panama-csatornán átkelve 1967. augusztus 18-án ért Sydney-be. Ezzel kezdődött újra az ausztrál tengeralattjárók napjainkig tartó szolgálata, melynek 1966-tól a koronát tartó két delfin lett a fegyvernemi jelképe. [14] A greenocki hajógyár 1970-ig





6. ÁBRA. Az OVENS ma múzeumhajó. Az a) ábrán az orr torpedótere, benne bal oldalon a víz alatti vészelhagyáshoz szükséges narancssárga mentő-búváruha, a b) ábrán a személyzet elhelyezési körletének részlete látható (Forrás: Shutterstock)

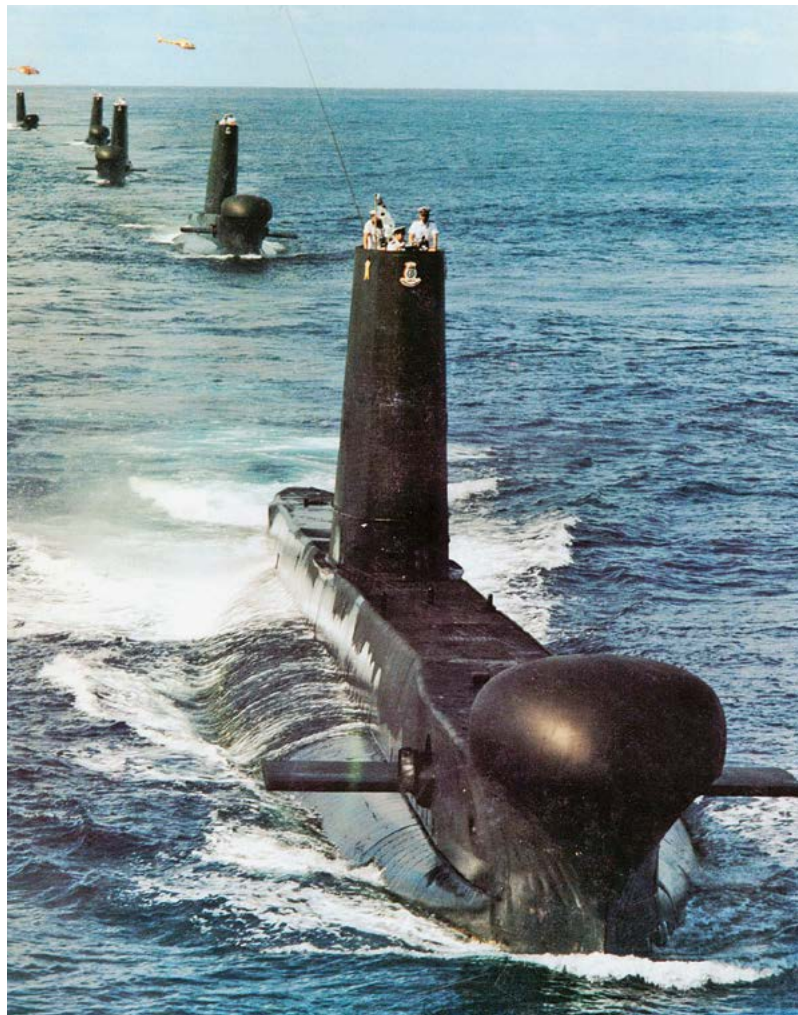
mind a négy megrendelt tengeralattjárót leszállította az Ausztrál Királyi Haditengerészet számára. Az eszközök hatékonyságát olyan bravúros bevetések igazolták többek között, mint amikor az ONSLOW 1970-ben baráti látogatást tett az USA-ba, és merülésben haladva teljesen észrevétlenül jutott be a Pearl Harbor-i haditengerészeti bázisra. [15] A hetvenes évek második felében még két, már módosított OBERON-osztályú hajóval, az ORION-nal és az OTAMA-val egészült ki az ausztrál tengeralattjáró-flotta. A módosítások fejlettebb kommunikációs és megfigyelőrendszereket, illetve egy nagyobb hatótávolságú, passzív szonárt jelentettek, utóbbit később a négy korábban legyártott tengeralattjáróra is felszerelték. [16]

A szolgálatba állítás első évtizede után egyre sürgetőbbé vált az ausztrál OBERON-osztályú tengeralattjárók érzékelő-, fegyver- és tűzvezető-rendszereinek korszerűsítése. Több esettanulmány elemzése után az Ausztrál Királyi Haditengerészet arra a döntésre jutott, hogy a programot hazai erőforrásokból kell megvalósítani, mivel az ezen a területen jóval nagyobb tapasztalatú USA teljesen, Nagy-Britannia pedig részben lezárta a hagyományos dízel-elektromos tengeralattjárók építését, így az ezekre integrált korszerű eszközök fejlesztését is. [12] A tengeralattjáró-fegyverfejlesztési program (Submarine Weapons Update Program – SWUP) során teljesen megújult az aktívsonár- (támadó) és a passzívsonár-rendszer, korszerű navigációs eszközök és új, Mk. 48 torpedók, illetve a felszíni hajók ellen a torpedóvető csőből, merülés közben is indítható UGM-84 robotrepülőgépek voltak a fejlesztés területei. A felújítás

során eltávolították a taton elhelyezett torpedóvető csöveket is.

Pályafutásuk alatt a hat tengeralattjárót igen intenzíven és sokszor rendkívül titkos és „egzotikus” bevetéseken használták az indiai és az óceániai térségben. Ez gyakran jelentett hírszerzési feladatokat az ázsiai kommunista államokkal – például Kínával – szemben, de nem volt ritka, hogy a szovjet haditengerészeti bázis, Vlagyivosztok kö-

zelében jelent meg egy-egy „kíváncsi” ausztrál tengeralattjáró. Utóbbi teljesítmény figyelemre méltó, ha megvizsgáljuk, hogy az ausztrál Platypus – a tengeralattjárók akkori bázisa – és a Vlagyivosztok előtti vizek között mekkora földrajzi távolság van. A speciális műveletekben egyébként leginkább a két utolsónak érkezett, és valamivel fejlettebb hírszerzési eszközökkel felszerelt ORION és OTAMA vett részt.



7. ÁBRA. A képen egy egységet leszámitva gyakorlatilag a teljes ausztrál OBERON-flotta látható. A tengeralattjárókat közel két évtizedes pályafutásuk alatt igen intenzíven használta a RAN, maximálisan kihasználva a fegyvernemben rejlő lehetőségeket [21]

8. ÁBRA. Még a szűk térben is impozáns látvány az ONSLOW géptermében elhelyezett két darab 16 hengeres, V-elrendezésű Admiralty Standard Range dízelmotor. A tengeralattjáró fő gépészeti egységei egyenként 1840 LE (1353 kW) teljesítménnyel hajtották az áramtermelő generátorokat (Forrás: Shutterstock)



9. ÁBRA. A hat ausztrál OBERON-osztályú tengeralattjáróból kettőt öríttek meg teljes egészében az utókornak. Az egyik az OVENS, melynek tatja a fotón látható. Korábban itt volt még két torpedóvető cső, kiegészítve az orrban elhelyezett hatot, de ezeket később eltávolították az ausztrál egységekről (Forrás: Shutterstock)



A titkos bevetéseknek akkor lett vége, amikor 1992-ben, feltételezhetően az OTAMA – az Ausztrál Királyi Haditengerészet sosem tisztázta, melyik tengeralattjárója volt érintett az incidensben – haláshálóba akadt, és kénytelen volt felszínre emelkedni a Dél-kínai-tengeren, így felfedve a titkos akcióját. [18] Egyébként hasonló „kínos” helyzetbe más nemzetek titkos hírszerzési bevetést végrehajtó tengeralattjárói is kerültek. 1981 novemberében egy szovjet WHISKEY-osztályú dízel-elektromos tengeralattjáró a svéd Karlskrona haditengerészeti támaszpont közelében futott zátonyra felderítés közben, majd magatehetetlenül felszínre került. [12] 1996-ban pedig egy észak-koreai SANG-O-osztályú tengeralattjáró feneklett meg Dél-Korea partjai előtt, nem kis ri-

dalmat okozva. [19] Mindezek ellenére 1996-ban az OTAMA újabb hírszerző bevetésre indult Indonézia partjai elé, hangsúlyozottan a kelet-timori események nyomán követésére. [20]

A különleges műveletek támogatására az ausztrál Különleges Légiszolgálati Ezred (Special Air Service Regiment – SASR) több terrorellenes bevetési módot is kidolgozott, melyek kiindulási pontja az ausztrál OBERON-osztályú tengeralattjárók bázisa volt. Az ONSLOW-t ezekre a bevetésekre speciálisan egy négyfős zsilipkamrával látták el, hogy a kommandósok a víz alatt könnyebben elhagyhassák, majd a feladat végeztével visszaúszhassanak a tengeralattjáróra. Az SAS-különítmény a kiképzés során rendszeresen a merülésben lévő tengeralattjáróból kiúszva, az azon rögzített felszereléseket magukhoz véve indultak bevetésekre, zárt rendszerű légzőkészülékeket használva, melyek nem bocsátottak ki a búvárokat eláruló buborékokat. A célpontot elérve az SAS-búvárok a légzőkészülékeket magukról levéve, szabad tüdőkapacitásukkal emelkedtek a felszínre. Ez azonban hosszú távon egészségkárosító hatású volt az akciókban résztvevők számára. [22] A katonai akciókon túl az OTAMA még humanitárius feladatokban is megállta a helyét, például 1980-ban a Fidzsi-szigeteket sújtó Wally trópusi ciklon után

egy flottakötélék részeként ivóvizet, orvosi felszerelést és más eszközöket szállított a katasztrófa helyszínére. [23]

A hat ausztrál OBERON-osztályú tengeralattjáróból több évtizedes pályafutásuk alatt egy egység sem vészett el, de a hajókon szolgálók közül három tengerész életét veszítette. Az első eset 1981-ben következett be, amikor az ONSLOW egy hadgyakorlaton az ausztrál légierő P-3C Orion tengeralattjáró-vadász repülőgépe előtt „bujkált”. A vészmerüléskor az egyik dízelmotor tovább működött, ezzel elhasználta a hajótestben belelegezhető oxigén egy részét és kipufogógázzal töltötte meg azt. A legénység ezt észelve azonnal a felszínre emelkedett. A későbbi vizsgálatok megállapították, hogy a teljes 67 fős személyzet a szén-monoxid halálos határértékének kétszeresét lélegezte be. Egy fő szervezete közülük nem bírta ezt, és még a fedélzeten életét veszítette.⁵

1987 augusztusában az OTAMA fedélzetén új, vonatott hidrofonerendezést készültek tesztelni. A szélsőséges időjárás miatt azonban a feladatot törölni kellett, és két tengerészt küldtek a felszínen úszó tengeralattjáró külső fedélzetére, hogy az eszköz be rendezéseit leszereljék. Még folytak a leszerelés műveletei, amikor az OTAMA váratlanul merülni kezdett, gyakorlatilag megfedkezve a hajótesten dolgozó két tengerésztől, akik megdöbbenve látták, hogy a tengeralattjáró, minden fedélzeti nyílását szakszerűen lezárva, ballasztcszelepeit megnyitva felkészült az alámerülésre. Utolsó kétségbeesett kísérletükkel még fel tudtak kapaszkodni a tengeralattjáró tornyába, ahol azonban a búvónyílás már zárva volt; a fedélzeti telefont használva próbáltak segítséget kérni a tengeralattjáróban lévő tengerész társaiktól – mindhiába. A fent említett eseményeket már csak a későbbi vizsgálatok állapították meg – többek közt a hajótesten kívüli segélykérő telefon használatának tényét –, mert ahogy az OTAMA víz alá merült, a két tengerész elsodródott a viharos ten-

⁵ Hasonló okok – léggeriszkóppal haladó tengeralattjáró dízelmotorjainak hajótestbe szívárgó kipufogó gázai – miatt 2003 áprilisában 70 kínai tengerész veszítette életét a Changcheng 361 jelzésű tengeralattjárón. Ez volt Kína legtöbb áldozatot követelő tengeralattjáró-balesete, legalábbis amit a nyilvánosság előtt elismert. [24]

geren és életét veszítette. Hiányukat mintegy fél órával később fedezték fel a tengeralattjáróban. (A tengeren akkor uralkodó időjárási viszonyokat figyelembe véve mindössze öt perc túlélési esélye volt a kint rekedteknek.) Észelve a legénység létszámának hiányát, az OTAMA a felszínre emelkedett; a tenger felszínén hánykolódó egyik élettelen testet még felfedezték, de a hajóba behúzni már nem tudták, így végül mindkét tengerész eltűnt. A tragédia utáni vizsgálat sürgős és radikális intézkedéseket hozott: például egyértelmű jelzések kialakítását a merülésért felelősök számára, ha a tengeralattjárón kívül, a külső fedélzeten tengerészek tartózkodnak, akiknek minden esetben mentőmellényt és az aktuális időjáráshoz igazodó életmentő felszerelést kell viselniük. [24]

Az ausztrál OBERON-osztályú tengeralattjárók pótlásának kérdése már 1978-ban felmerült, de a hivatalos pályázatot csak 1983-ban hirdették meg. A procedura évekig elhúzódott, de a kilencvenes évek második felére már egyértelműen látszott, hogy az OBERON-ok a már említett jelentős korszerűsítések ellenére is szolgálati idejük végéhez közelednek. Az OXLEY-t 1992. február 13-án, az OTWAY-t 1994. február 17-én, az OVENS-t 1995. december 1-jén, az ORION-t 1996. október 2-án, az ONSLOW-t október 4-én, az OTAMA-t pedig 2000 decemberében szerelték le. A hat tengeralattjáróból kettőt teljes egészében ausztrál múzeumokban állítottak ki, a többi egységből – lebontásuk után – kisebb elemeket, alkatrészeket őriztek meg az utóknak. ■

(Folytatjuk)



10. ÁBRA. Az OXLEY a tatja felől fotózva, a dél-ausztráliai Port Adelaide kikötőjében 1988-ban [25]

HIVATKOZÁSOK

- [1] Altman, Howard: Everything We Know About The Future SSN-AUKUS Submarine's Configuration. 2023.03.15. <https://www.twz.com/everything-we-know-about-the-future-ssn-aucus-nuclear-submarines-configuration> (Letöltve: 2025.01.12.)
- [2] Egedy Gergely: Ausztrália története. Aula Kiadó Kft., Budapest, 2000, 12–18, 135–146.
- [3] Gruber László: Ausztrália, Óceánia és az Antarktisz természeti földrajza. Dialog Campus Kiadó, Budapest-Pécs, 2004, 28, 48–53.
- [4] Az Egyesült Nemzetek tengerjogi egyezménye. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:21998A0623\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:21998A0623(01)) (Letöltve: 2025.02.24.)
- [5] Stevens, David: The Royal Australian Navy: A History. Oxford University Press, 2006, 8–24.
- [6] Seal, Graham: Century of Silent Service. Boolarong Press, 2013, 23–34.
- [7] Papadakis, Debbie: The Australia's Ae2 submarine. <https://debbiepapadakis.org/poem-ae2-australias-submarine> (Letöltve: 2025.01.12.)
- [8] Dutch Submarines operating from Australia during WWII. Dutch Australia Cultural Centre. <https://dutchaustralianculturalcentre.com.au/news/dutch-wwii-submarines-in-australia/> (Letöltve: 2025.01.12.)
- [9] 2/4th Machine Gun Battalion. <https://2nd4thmgb.com.au/story/fremantle-port-second-largest-submarine-base-ww2/> (Letöltve: 2025.01.12.)
- [10] Yule, Derek – Woolner, Peter: The Collins Class Submarine Story. Cambridge University Press, 2008, 11–13.
- [11] Submarine & Other Matters: Australian Oberon Submarine Spying Missions 1970s to 1990s. <https://gentleseas.blogspot.com/2013/07/australian-oberon-submarine-spying.html> (Letöltve: 2025.01.12.)
- [12] Miller, David: Korszerű tengeralattjárók. Kossuth Könyvkiadó, 1994.
- [13] The RAN Oberon Class – Submarines in Australia. <https://www.submarineinstitute.com/submarines-in-australia/The-RAN-Oberon-Class.html> (Letöltve: 2025.03.12.)
- [14] Royal Navy's Gold Dolphin Badge Marks 50 Years Of Pride For Submariners. <https://www.forcesnews.com/services/navy/royal-navys-gold-dolphin-badge-marks-50-years-pride-submariners> (Letöltve: 2025.02.02.)
- [15] ONSLOW HMAS (SS-60) submarine. [shipstamps.co.uk 2019.07.02. https://shipstamps.co.uk/forum/viewtopic.php?t=16811](https://shipstamps.co.uk/forum/viewtopic.php?t=16811) (Letöltve: 2025.03.17.)
- [16] HMAS Onslow. Australian Register of Historic Vessels. <https://arhv.sea.museum/objects/159958/hmas-onslow> (Letöltve: 2025.01.12.)
- [17] <https://www.flickr.com/photos/41311545@N05/7900353252/in/photolist-dyAxdw-2kY8Rs4-9kY5wg-d38nM7-BLEzC-6wdF2p-8bbnbq-8bbYvm-9JntqF-4wg4n4-8kgjv5/> (Letöltve: 2025.01.12.)
- [18] Nicholson, Brendan: Secret spy missions forced to the surface. <https://www.theage.com.au/national/secret-spy-missions-forced-to-the-surface-20060908-ge33cl.html> (Letöltve: 2025.01.12.)
- [19] Nelan, Bruce W. – Kim, Stella: South Koreans Hunt Last of Infiltrators from Sub. The New York Times, 1996.09.30.
- [20] White, Michael: Australian Submarines. Australian Teachers of Media, 2015, 191–200.
- [21] <https://hu.pinterest.com/pin/654147914598453086/> (Letöltve: 2025.01.12.)
- [22] Final Report of the Expert Panel to Review SAS Veterans' Health Concerns, December 2003, 73–74. https://www.dva.gov.au/sites/default/files/final_sas_report.pdf. (Letöltve: 2023.03.19.)
- [23] Cyclone damage Fiji's appeals to nation for help. The Canberra Times, 1980.04.09., 4.
- [24] The HMAS Otama inquiry. <https://johnhartley.org/wp-content/uploads/2021/12/The-HMAS-Otama-inquiry.pdf> (Letöltve: 2023.03.19.)
- [25] HMAS Oxley (S 57), 1988. https://www.flickr.com/photos/adelaide_archivist/3339613847 (Letöltve: 2025.01.12.)



1. ÁBRA. A 81. TFW 92. TFS 82-0656 USAF azonosító számú A-10A repülőgépe. A jobb szárny alatt egy ALQ-131 típusú zavarókonténer látható (Fotó: John Visanich)

BARNA PÉTER*

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

I. RÉSZ

BEVEZETÉS

Az 1980-as évek végéig az Egyesült Államok számára az elsődleges katonai fenyegetést az egykori Szovjetunió hadereje jelentette. Az ellenséges csapásmérés hatékony elhárításának egyik feltétele a gyors reagálás, aminek teljesülése jelentősen függ a földrajzi távolságoktól. Ennek megfelelően az Egyesült Államok fegyveres erői, illetve ezen belül az

amerikai légierő is számos alakulatot állomásoztatott az ország területén kívül, közel a várható ütközőzónához. Ezekhez tartoztak az Egyesült Államok Európában állomásoztatott erőinek parancsnoksága alá rendelt, Fairchild A-10A Thunderbolt II repülőgépekkel felszerelt repülőszázadok is, amelyek itteni jelenléte a hidegháborús időszak egyik meghatározó és egyben érdekes momentuma.

A FAIRCHILD A-10A CSATAREPÜLŐGÉP

A vietnámi háború idején a szárazföldi alakulatok légi támogatásával kapcsolatos problémákból eredő tapasztalatok, valamint az Európában fennálló szovjet fenyegetés miatt – az utóbbi esetben különös tekintettel a harcocsik nyomasztó mennyiségi fölényére – a légierő vezetése egy speciális, úgynevezett közvetlen légi támogató (Close Air Support – CAS) repülőgép rendszeresítését határozta el. [1; 4.]

Az Attack Experimental, rövidítve A-X, magyarul a „kísérleti támadó repülőgép” programot 1966 júniusában indították el. [2; 34.] A repülőgéppel kapcsolatos koncepciók egyeztetése, amelybe több repülőgyártó vállalatot is bevontak, több mint három éven keresztül zajlott, így a már véglegesnek mondható prototípus tervezésére vonatkozó ajánlati felhívást csak 1970. május 7-én adták ki 12 repülőgyártó vállalat számára. A változó követelmények következtében némileg módosult a feladatkör is: a korábban elsősorban bombafegyverzetű, közvetlen légi támogató repü-

Összefoglalás: Az A-10A Thunderbolt II repülőgép rendszerbeállítására az amerikai hidegháborús doktrínában megfogalmazott, a szárazföldi alakulatok közvetlen légi támogatására vonatkozó igény alapján került sor az 1970-es évek második felében. A repülőgép, elsősorban képességei révén fontos szerepet játszott a katonai erőegyensúly fenntartásában az európai hadszíntéren is.

Kulcsszavak: A-10A Thunderbolt II, USAF 81. harcászati vadászrepülő-ezred, 10. harcászati vadászrepülő-ezred; USAF

Abstract: The A-10A Thunderbolt II aircraft entered service in the second half of the 1970s based on the demand outlined in the U.S. Cold War doctrine for providing close air support to ground forces. Primarily due to its capabilities, the aircraft played an important role in maintaining the military balance of power on the European battlefield as well.

Keywords: A-10A Thunderbolt II, USAF 81st Tactical Fighter Wing, 10th Tactical Fighter Wing, USAF

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

lőgép elsődleges feladatköre a harcok elleni harc, fő fegyvere pedig egy erre a feladatra kifejlesztett géppágyú lett. A pénzügyi szempontból rendhagyónak tekinthető pályázati forma miatt (a légierő, 600 db-os rendelési állományt alapul véve, 1970-es áron számolva 1,4 millió dollár értékben maximalta a repülőgépek darabárát, 15 százalékos inflációs tartalékkal kiegészítve) az 1970. augusztus 10-i határidőig mindössze hat vállalat – a Boeing, a Cessna, a Fairchild, a General Dynamics, a Lockheed és a Northrop – adott ajánlatot. 1970. december 18-án, az ajánlatadók közül győztesnek kihirdetett Northrop és a Fairchild–Republic vállalatok egyúttal két-két prototípus építésére is jogosulttá váltak. 1971. március 1-én a Northrop repülőgépét YA-9, a Fairchild–Republic repülőgépét YA-10 típusjelzéssel látták el. A kiértékelő tesztek követően 1973. január 18-án a Fairchild–Republic A-10-es típusát hirdették ki győztesnek. [2; 34–35.] (1. ábra)

Az amerikai légierő 1974. december 20-án rendelt meg egy 22 darab sorozatgyártású A-10A repülőgépből álló szériát. Az első példány (AF 75-00258) 1975. október 21-én repült először, majd 1976 tavaszán került átadásra a davis-monthoni légibázison állomásozó 355. harcászati vadászpilóta-ezred parancsnoksága alá tartozó 333. harcászati kiképzőrepülő-század számára. [3; 51.] Az amerikai kontinensen állomásozó, a Harcászati Légierő Parancsnokság alárendeltségbe tartozó alakulatok átfegyverzését követően, majd azzal egyidejűleg az Egyesült Államok Európában állomásoztatott Légierőjénél is megkezdődött az A-10A repülőgépek hadrendbe állítása.

AZ A-10-ES REPÜLŐGÉPEK TELEPÍTÉSÉNEK TERVEI

Az eredeti elképzelések szerint az első A-10-es típusú felszerelt repülőezredet 1978 októberében Nyugat-Németország területén, a sembachi légibázison hozták volna létre, amit 1980-ban egy második repülőezreddel erősítettek volna meg.

Ezzel ellentétben – elsősorban az üzemeltetés és karbantartás egyszerűsítése, illetve a kiszolgáló eszközök számának felére csökkentése miatt – végül úgy döntöttek, hogy a két, háromszázados repülőezred helyett mindössze egy, hat repülőszázadból álló repülőezredet hoznak létre. Ugyanakkor a repülőezred telepítési helyét is megváltoztatták: a korábban tervezett sembachi bázis helyett az alakulat számára az Egyesült Királyság területén található, az amerikaiak által ikerbázisnak nevezett, egymástól mintegy hat kilométerre fekvő bentwatersi és woodbridge-i bázisokat jelölték ki. A nagy-britanniai sajátosságoknak megfelelően mindkét támaszpont az angol Királyi Légierőhöz tartozott, de amerikai ellenőrzés alatt állt. A változtatások révén az új típus üzemeltetéséhez szükséges infrastruktúrát koncentráltan, a várható ütközési zónától jóval távolabb fekvő, így védettebbnek számító bázisokon alakították ki.

Mivel egy esetleges európai háború feltételezett ütközőzónája így nagy távolságra került a Brit-szigeteken fekvő, ún. fő hadműveleti bázisoktól (Main Operating Base – MOB), ezért Nyugat-Németország területén ún. előretolt hadműveleti repülőtereket

(Forward Operating Locations – FOL) terveztek létrehozni, így csökkentve a repülőgépek bevetési távolságát és egyben növelve harci alkalmazásuk hatékonyságát.

AZ A-10-ES REPÜLŐGÉPEK TELEPÍTÉSE AZ EURÓPAI KONTINENSEN

Az A-10-es repülőgépek európai telepítésének eredeti ütemtervét a repülőgépek elhúzódo fejlesztése miatt nem sikerült tartani, így a típusú elsőként felszerelt hadműveleti alakulat telepítésére csak 1979 elején kerülhetett sor a bentwatersi légibázison. [4; 44–45.]

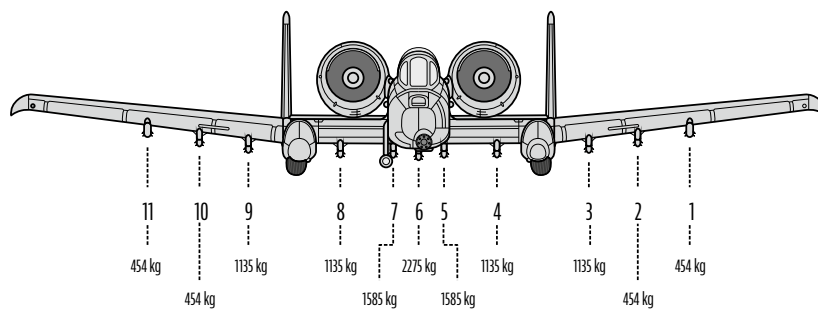
Az új típus üzemeltetésére az F-4C és F-4D Phantom II repülőgépeket alkalmazó 81. harcászati vadászpilóta-ezredet jelölték ki. Az ezred alárendeltségébe tartozó, F-4D repülőgépeket üzemeltető 78. harcászati vadászpilóta-század a woodbridge-i bázison, az F-4C repülőgépekkel felszerelt 91. és 92. harcászati vadászpilóta-század (Tactical Fighter Squadron – TFS) pedig a bentwatersi bázison állomásozott. [5; 139.] (2. ábra)

A 81. harcászati vadászpilóta-ezredhez (Tactical Fighter Wing – TFW) tartozó első alakulat, a 92. TFS átfegyverzését 1978 júliusában kezdték el a Ready Thunder fedőnevű művelet keretében. [2; 74.] Az átképzés befejezését követően a tizennyolc repülőgéppel felszerelt, hadra foghatóvá nyilvánított repülőszázad 1979. január 26-án települt vissza Bentwaters-be. [6; 106.] A következő alakulatot, a 78. TFS-t 1979 májusában nyilvánították hadra foghatóvá a woodbridge-i bázison. [2; 74.] 1979-ben tovább folytatódott az alakulatok átfegyverzése, és az év végére, az 1979 júliusban

2. ÁBRA. A 81. TFW 92. TFS-nek 80-0168 USAF azonosító számú A-10A repülőgépe (Fotó: Barry Swann)



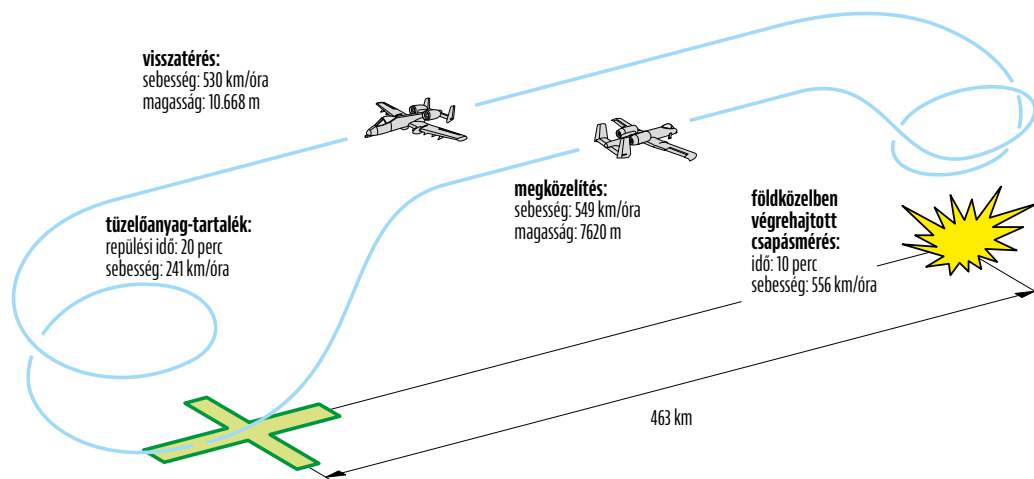
3. ÁBRA. Az A-10A repülőgépek bevetési profilja közvetlen légi támogatás (Close Air Support - CAS) során (A szerző szerkesztése [10][11] alapján)



Közvetlen légi támogató bevetés



Járórész:
 idő: 1,88 óra
 sebesség: 322 km/óra
 magasság: 1524 m



átfegyverzett 91. TFS-sel [2; 74.], valamint a már korábban, 1978. október 1-jén létrehozott [2; 74.], majd az első A-10-eseket 1979. október 1-én átvevő [8] 510. TFS-sel, illetve a szintén 1979. október 1-től felálló 509. TFS-sel együtt ötre nőtt az Európában állomásozó, A-10 repülőgépekkel felszerelt repülőszázadok száma. [6; 106.] Az 509. TFS a woodbridge-i bázison állomásozó 78. TFS-hez csatlakozott. [5; 139.] Ugyanakkor az 509. TFS csak négy hónapig tartózkodott a woodbridge-i bázison, majd – a 91. TFS-sel helyet cserélve – a bentwatersi bázisra telepítették át. [5; 139.]

Annak érdekében, hogy az Egyesült Államok Európában állomásoztatott Légierőjének (USAFE – United States Air Forces in Europe) harci képessége ne csökkenjen, a 81. harcászati vadászpilóta-ezred 1979. áprilisáig az F-4-es típust együtt üzemeltette az A-10-es típussal. [7; 524.]

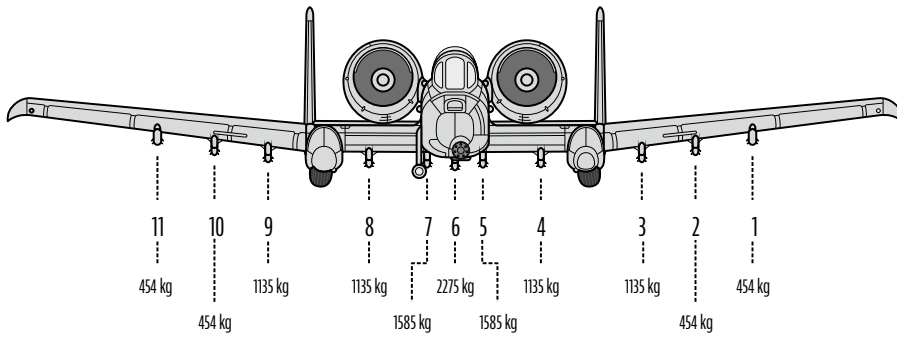
Az A-10-es típusra átfegyverzett repülőezred pilótáinak összetétele meglehetősen változatos volt. Az ezred által korábban repült F-4-es és az új A-10-es típus különbségeinek el-

lenére a repülőezred korábbi Phantom-pilótái közül 38-an döntöttek úgy, hogy átkerik magukat az A-10-es típusra – ők értékes, az európai hadszíntérré vonatkozó tapasztalatokat

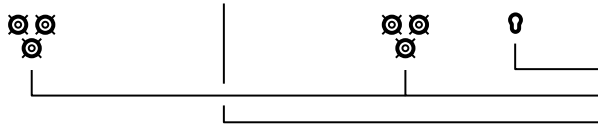
1. TÁBLÁZAT. Az A-10A repülőgépek harcászati-műszaki jellemzői (A szerző szerkesztése [9] alapján)

Harcászati-műszaki jellemző	Érték/Adat
Hosszúság [m]	16,16
Szárnyfeszítávolság [m]	17,42
Magasság [m]	4,42
Üres tömeg [kg]	13 154
Maximális felszállótömeg [kg]	22 950
Hajtómű típusa	2 db General Electric TF34-GE-100
Tolóerő [kN]	2 × 40,32 (2 × 9065 font)
Maximális sebesség [km/h]	676 (420 mérföld per óra)
Hatótávolság [km]	1287 (800 mérföld)
Szolgálati csúcsmagasság [m]	13 636 (45 000 láb)
Fegyverzet	1 db 30 mm-es GAU-8/A hétcsövű Gatling géppágyú; 7200 kg fegyverzet nyolc szárny alatti és három törzs alatti pilonon (225 kg Mk. 82 és 900 kg Mk. 84 légibomba, gyújtó- és kazettás bombák, kombinált hatású bombák, AGM-65 Maverick rakéták, lézerezérelt és elektro-optikai irányítású bombák; infracsapda és dipóliszórá zavarótöltetek; rádióelektronikai zavarókonténer; 70 mm-es rakéták; AIM-9 Sidewinder rakéták)

4. ÁBRA. Az A-10A repülőgépek bevetési profilja harcokcsik elleni csapásmérés során (A szerző szerkesztése [10][11] alapján)

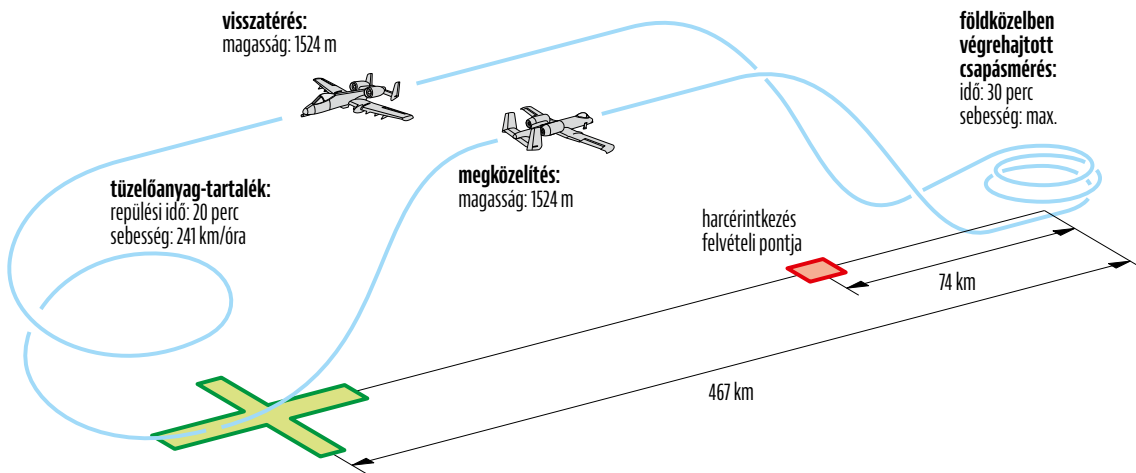


Harcokcsik elleni bevetés



Felszállótömeg: 19.083 kg
Hatósugár: 467 km
Fegyverzet, felszerelés:

ALQ-119 zavarókonténer
 6 db AGM-65 Maverick rakéta
 1174 db lőszer-javadalmazás



hoztak magukkal. [7; 524.] Ezenkívül számos pilóta érkezett más harci alakulattól, illetve frissen végzett pilóták az Egyesült Államok területén működő, T-38 repülőgépekkel felszerelt kiképző iskolákból, illetve néhány, korábban oktató beosztást ellátó pilóta a 355. harcászati vadászpilóta-kiképzőezredtől. [6; 106.] A repülőgép harcászati mutatói (1. táblázat) jellemzően a bevetés jellegéből adódó repülési profiltól, illetve a fegyverzettől függően változtak. (3., 4. ábra)

A hatodik és egyben a 81. TFW utolsó A-10A típusalakkal felszerelt alakulatát, az 511. TFS-t 1980. január 1-jén hozták létre a bentwatersi bázison. [5; 139.] A 81. TFW teljes átfegyverzése az A-10-es típusra 1980 szeptemberére fejeződött be, a repülőezred gépalományára pedig így elérte a tervezett 108 darabos mennyiséget. [4; 45.]

Ez az állapot nyolc évig tartott: 1988 őszén az angliai suffolki bázisok

zsúfoltsága miatt az 509. és 511. TFS-t áthelyezték a cambridgeshirei Huntingdon közelében fekvőalconburyi légitámaszponton állomásozó 10. TFW alárendeltségébe. Ennek konkrét előzménye az volt, hogy a korábban azalconburyi bázison állomásozó, a 10. TRW alárendeltségébe tartozó 527. „Agressor” repülőszázadot 1988. júniusában a 81. TFW parancsnoksága alá rendelték és a bentwatersi légitámaszpontra telepítették át. [12; 60.] Az alakulat fő feladata az ellenséges légi erők repülőgépeinek szimulálása volt a gyakorló légi harcok során. A sors iróniája, hogy a repülőszázadot, miután a korábban használt F-5E repülőgépeit azáttelepüléssel egyidejűleg más USAFE alakulattól átvett F-16C repülőgéppel váltották fel, 1990 elején már fel is oszlatták, a korábban átvett repülőgépeit pedig az USAFE más alakulatai számára adták át. [13; 183., 199.] ■

(Folytatjuk)

HIVATKOZÁSOK

- [1] Ken Neubeck: A-10 Warthog. Squadron Signal Publication; Aircraft In Action 1604; Carrollton, 1995.
- [2] Rick Stephen: A-10 Fighting Warthog. World Air Power Journal, 1994/16 Spring, Aerospace Publishing Ltd., London.
- [3] A-10A: Le Deuxieme Thunderbolt. Le Moniteur de L'Aeronautique 1979/1.
- [4] Giovanni de Briganti: Le Thunderbolt en Europe. Le Moniteur de L'Aeronautique 1979/9.
- [5] Bob Archer: USAFE 1970-1979. Wings of Fame no. 4.
- [6] Peter C. Smith: Fairchild-Republic A-10 Thunderbolt II. Crowood Press Ltd., Ramsbury, 2000.
- [7] Graham Warwick: A-10: Europe's anti-tank vanguard, Flight International, 1979.02.24.
- [8] RAF Bentwaters. https://military-history.fandom.com/wiki/RAF_Bentwaters (Letöltve: 2025.01.01)
- [9] Northrop Grumman: A-10 Thunderbolt II. <https://www.northropgrumman.com/what-we-do/air/a10-thunderbolt> (Letöltve: 2025.01.14.)
- [10] Sweetman, Bill – Peacock, Linday: A-10. Salamander Books Ltd., New York, 1992.
- [11] Evans, Andy: Fairchild A-10 Warthog. SAM Publications, Bedford, 2009.
- [12] Sue J. Bushell: United States Air Forces Europe Yearbook 1989. IAT Publishing, 1989.
- [13] Patrick Martin: Tail Code. The complete history of USAF tactical aircraft tail code markings. Schiffer Military/Aviation History, Atglen, PA, 1994.

MUJZER PÉTER*

LENGYEL GÉPJÁRMŰVEK A MAGYAR HONVÉDSÉGBEN (1939-1945)

II. RÉSZ

1. ÁBRA. A HTI által megerősített, a 36 M. nehézpuska szállítására és tüzelésre alkalmassá tett Sokół CWS M111 oldalkocsis motor-kerékpár (Forrás: Hadtörténelmi Levéltár)



A tanulmány előző része az 1939-ben Magyarországra menekült lengyel erők hadfelszerelésének átadásával, internálásával, kategorizálásával és kijavításának körülményeivel foglalkozott. A folytatásban a járművek magyar használatáról lesz szó.

LENGYEL GÉPJÁRMŰVEK A CSAPATOKNÁL ÉS INTÉZMÉNYEKNÉL

A lengyel anyagból származó Sokół oldalkocsis és szóló motorkerékpárok a felderítő-zászlóalj motorkerékpáros századaihoz kerültek. A lefoglalt lengyel motorkerékpárok zömében CWS M111 és CWS 600RT oldalkocsis motorkerékpárokból (1. ábra), kisebb részben MOJ 130 és Sokół 200 szóló motorkerékpárokból álltak. [1] A felderítő-zászlóalj motorkerékpáros századainál a 20 mm-es 36 M. nehézpuskát is oldalkocsis Sokół motorkerékpárokra málházták. Az ezzel kapcsolatos csapatpróbákat 1941 májusában hajtották végre. [2]

A Polski Fiat 508-as kis személygépkocsi szakasz- és századparancs-

noki járműként kerültek használatba. (2. ábra) A lengyel katonai tehergépkocsi a gyorsadtest szállító oszlopainál is szolgáltak. A tanintézetek is részesültek az ún. „L” anyagból; 1940. január 13-án a HM 3.b. osztálya (gépjármű) elrendelte, hogy a Gépkocsiszertár haladéktalanul 3 db üzemképes motorkerékpárt adjon át a Ludovika Akadémiának. [3]



1940 végén például a 2. felderítő-zászlóalj állományában összesen 20 db Sokół oldalkocsis motorkerékpár, 7 db szóló motorkerékpár, 3 db Polski Fiat kis személygépkocsi, 1 db Polski Fiat közepes személygépkocsi, 3 db TK/TKS kis- és 1 db R-35 könnyű harckocsi volt.

A HM 3.b. osztálya elrendelte a honvédségi kezelésben lévő „L” gépjárművek honvédségi rendszámmal történő ellátását. Először 1941. február 15–22. között az I. hadtest területén lévő „L” gépjárműveket kellett átrendszámozni, [4] később a teljes „L” gépjárműállomány honvédségi rendszámot kapott. [5]

A LENGYEL PÁNCÉLOS ANYAG SZEREPE A KIKÉPZÉSBEN

A lengyel anyagból többek között 3 db Renault R-35 könnyű és 13–15 db TK/TKS kisharckocsi is a honvédség állományába került. (3. ábra) Az eszközök javítás után a felderítő és lovas páncéloszászlóaljokhoz kerültek, ahol kiképzésre használták őket, hogy ezzel is kíméljék az értékes új páncélos technikát. Az 1. felderítő-zászlóalj 1940. április 15-ei jelentése szerint összesen 13 db javítható és 5 db leselej-

2. ÁBRA. Lengyel Polski Fiat 508/518 kisteherautó már magyar festéssel, rendszámmal és vezetőfülke mögött az Általános Honvédségi Gépjármű Embléma stencilezett változatával (Forrás: Fortepan / Dienes Balázs)

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

tezendő lengyel kisharcosai érkezett a műhelyszakaszhoz. A leselejtezendő járművekből kisserelt működőképes alkatrészeket felhasználták a többi jármű javítása során.

1941. január 27-én a rendszeresített harcokcsianyag kémelése érdekében oktatási célokra alkalmas lengyel, cseh és egyéb harcokcsik szétoosztását szabályozták. Az eddig a felderítő-zászlóaljok állományában lévő kiképző járműveket egyenletesen osztották szét a páncélostechnikával rendelkező zászlóaljok között. A Gépkocsiszertár a gyárból való beérkezés után 1-1 db Škoda T-11 (Lt. 35) zszakmányharcokcsit adott át az 1. és 2. felderítő-zászlóaljnak. [6]

„L” GÉPJÁRMŰANYAG A LUDOVIKA AKADÉMIÁN

A páncélososztály kiképzését nemcsak a kilométer-kiszabat befolyásolta, hanem a legalapvetőbb kiképzési eszközök hiánya is. A páncélososztály 1940 februárjában ismételtelen jelentette, hogy nem kapták meg a lengyel anyagból megigényelt 3 db motorke-rekpart, „igy mkp. vezetői és hírvivő kiképzés nem folytatható.” [7] A HM intézkedése nyomán is csak legkésőbb október 15-éig kellett kiutalni az ún. „L” anyagból nagy személygépkocsiból 1 darabot, oldalkocsis motorke-rekpartból 6 darabot, riadógépkocsiból 6 darabot és féllánctalpas tüzérségi vontatóból 2 darabot a Ludovika számára. [8]

HADERŐN KÍVÜLI FELHASZNÁLÁS

Az internált lengyel járműveket nem kizárólag a hadsereg vagy a kormányzati szervek használták. A Magyar Hadtörténeti Levéltár iratai között számos olyan levél található, amelyben különböző közigazgatási és nem állami szervek, szervezetek lengyel eredetű gépjárműveket igényeltek céljaikra.

A magyarországi nagyvárosok például 1940 decemberében 28 darab lengyel féllánctalpas, hókotró ekével felszerelt teherautót kaptak. Ezeket a következőképpen osztották el: Budapest, Székesfehérvár, Szombathely, Debrecen négy-négy, Miskolc, Kassa és Szeged három-három járművet kapott. [9]



LENGYEL POLGÁRI GÉPJÁRMŰVEK

A lengyel polgári járművekkel kapcsolatban két fő téma merült fel a hivatalos dokumentumokban. A lengyel menekültek hivatalos megkeresést intéztek a magyar hatóságokhoz, hogy gondoskodjanak az elkobzott autóik és motorkerékpárjaik visszaszolgáltatásáról. Ezek többnyire a magyarországi megélhetés vagy a menekülés finanszírozását szolgálták. A másik eset a tulajdonosváltáshoz kapcsolódott. Vagy az egyik lengyel menekült adta át a gépjárművet egy másiknak, vagy a magyarok lengyel eredetű személygépkocsikat, teherautókat akartak vásárolni. Ezekben az eljárásokban a lengyel menekülteket a magyarországi lengyel hatóságok és magyar szervezetek is segítették.

1940. január 15-én a Magyar-Lengyel Kereskedelmi Kamara a szobi katonai internálótáborban tartózkodó Franciszek Majka nevében a magyar HM-hez fordult. Autóját, egy Opel Olimpia típusú, B-61-310-es rendszámú gépkocsit Miskolcon, a magyar VII. hadtest területén működő, a lengyel katonák internálását végző katonai hatóság elkobozta. Mivel a fent említett tiszt igazolni tudta tulajdonjogát, a kamara kérte az Opel Olimpia visszaszolgáltatását és nyilvántartásba vételét. [10]

A magyarországi német nagykövetség a Magyarországra érkező lengyel járműveket is figyelemmel kísérte. Számos esetben a német konzulátus kérte lengyel polgári gépjárművek azonnali átadását, amelyek eredetileg a lengyelországi

3. ÁBRA.

Zszakmányhadianyagból összeállított kiállítás a Vérmezőn 1944-ben. A kép jobb szélén egy lengyel eredetű Renault R35 harcokcsit látható (Forrás: Fortepan/Schermann János)

4. ÁBRA. Lengyel eredetű Chevrolet busz 1943-ban a mátyásföldi Gépkocsiszertár használatában, amelyet a polgári alkalmazottak szertárba való szállítására használtak (Forrás: Fortepan / Lissák Tivadar / 72445)



német kisebbségi tulajdonosoké voltak és a lengyel haderővel érkeztek Magyarországra.

Az olasz Fiat vállalat a magyar Fiat-kirendeltségen keresztül levelet írt a magyar HM-nek is, amelyben közölte, hogy az általános mozgósítás során a lengyel haderő fizetés nélkül elkobozta a Fiat varsói kirendeltségének gépjárműveit. A cég szerette volna megtudni, hogy ezekből a járművekből érkezett-e Magyarországra. Az olaszok 413 db járművet soroltak fel, amelyeket a lengyel hadsereg 1939 szeptemberében mozgósított. A magyar nyilvántartás szerint 15 járművet megtaláltak magyar kezelésben. [11] A kérést a HM elutasította, arra a jogi érvelésre hivatkozva, hogy ezek a járművek a lengyel haderő tulajdonát képezték, és a magyar állam a lengyel hadseregtől vette át őket az 1939-ben Magyarországra érkezett lengyel csapatok lefegyverzése következtében. Az esetleges olasz kártérítésnek a lengyel állam jogutódja felé kell irányulnia. [12]

LENGYEL HADFELSZERELÉS ROMÁNIÁBAN

Az internált lengyel haditechnikai eszközök kezelése Romániában is hasonló volt, bár 1926-ban Lengyelország és Románia kölcsönös védelmi megállapodást kötött egymással egy szovjet támadás esetére. A lengyel kormány felmentette Romániát kötelezettsége alól, amikor a Szovjetunió 1939. szeptember 17-én megtámadta Lengyelországot, és világossá vált, hogy



5. ÁBRA. Lengyel légvédelmi ágyús üteg wz.36 75 mm-es légvédelmi ágyúkkal és wz. 34 C4P féllánctalpas tüzérségi vontatókkal a határ magyar oldalán. A lövegek nem kerültek a honvédség hadrendjébe, nyersanyagok beolvastották azokat (Forrás: Fortepan/Berkó Pál)

a háború elveszett. Cserébe a román kormány megkönnyítette a lengyel kormány tagjainak, az ország aranytartalékának, valamint 60 000 katonára és 40 000 civil személynek nyugatra menekülését. A lengyel csapatokat itt is lefegyverezték, a román hadsereg pedig jelentős készleteket kobozott el. A lengyel légierő kb. 300 repülőgéppel szintén romániai repülőtereken szállt le. A hadianyag között volt 34 db Renault R-35 harckocsi, több TK/TKS kisharckocsi, 37 mm-es Bofors páncéltörő ágyúk, tüzérségi

lövegek, gyalogsági fegyverek, valamint gépjárművek. Ezeket, a Magyarországon történetekhez hasonlóan, a román hadseregbe sorolták be, és a keleti fronton a Vörös Hadsereg ellen használták. Románia más módon is hozzájutott lengyel eszközökhöz, mivel a németek a lengyel hadiszákmány egy részét olajra cserélték el a románokkal. A németek 669 db wz.36 páncéltörő ágyút, 54 db wz.36 légvédelmi gépágyút, 80 db wz.97 tábori ágyút és 45 db wz.29 tarackot adtak át a románoknak. [13] (5. ábra)

CWS MOTORKERÉKPÁROK

A CWS (Centralne Warsztaty Samochodowe – Központi Autóműhelyek) M111, közkeletű nevén a Sokót 1000 volt a valaha gyártott legnagyobb hengerűrtartalmú lengyel motorkerékpár. Maga a motor egy 995,4 cm³-es, V-hengerelrendezésű, négyütemű, léghűtéses erőforrás, lényegében az amerikai Harley-Davidson Indian motorok másolata volt. Ennek 13 kW-os teljesítménye 100 km/h-s végsebességet tett lehetővé szóló kialakításban, de a motorkerékpárok többségét oldalkocsival használták. 1933 és 1939 között mintegy 3400 darabot gyártottak belőle, ezek többségét a hadsereg számára. A darabonkénti ára megközelítette egy korabeli gépkocsit, viszont 95%-ban len-

gyel alkatrészekből készült és nagyon tartósnak bizonyult, különösen jól bírta a nehéz terepet.

A háború előtt Sokót (Sólyom) névvel készültek 579 cm³-es (Sokót 600 RT M211) és még kisebb hengerűrtartalmú (200-as és 500-as) motorkerékpárok is a CWS üzében. Katonai használatra főleg a 600-asok kerültek, mert ezek 10-12 kW-os teljesítményükkel képesek voltak oldalkocsival is közlekedni, többnyire ezekből kerültek Magyarországra is. Noha a 600-asból dokumentáltan mindössze 1400 darab készült, sokuk fennmaradt, és a felújított példányai a gyűjtemények értékes darabjai. [17]

HÁBORÚS ALKALMAZÁS

Az 1940–1941-es évben az „L” gépjárműanyag meghatározó szerepet játszott a honvédség gépesítésében. A hadrendben megnövekedett a szükséglet és a rendelkezésre álló eszközök közötti hiányt (az ún. kell-álladék és a meglévő van-álladék közötti szakadékot) sikerült az „L” gépjárműanyag beállításával áthidalni, nem beszélve a gépjárműszerelők és -vezetők kiképzéséről. A gyorshadtest kötelékében az „L” gépjárművek részt vettek az erdélyi bevonulásban, a délvidéki és ukrajnai hadműveletekben. Még a magyar 2. hadsereg kötelékében is szolgáltak lengyel gépjárművek. Nem csak a harcoló gyorsalakulatoknál al-



kalmazták a lengyel gépjárműveket; más fegyvernemek alegységeinél, tantintézetekben, különböző raktárakban is megjelent egy-két lengyel eredetű jármű, ami nagyban megkönnyítette a mindennapok békekiképzését is. Még az 1944 őszi magyarországi harcok idején készült fotókon is felbukkannak a Polski Fiat tehergépkocsik. A háború előrehaladtával az említett járművek a hadműveletek és a kiképzés intenzitása miatt elhasználódtak.

UTÓÉLET

A Lengyelországot ért súlyos háborús pusztítás miatt a lengyel kormány hivatalosan is jóvátételt kért a volt tengelyhatalmaktól, a fő hangsúly Németországon volt. A párizsi békekonferencia 1946. július 29-én nyílt meg. Az 1946. augusztus 2-i plenáris ülésén a lengyel külügyminiszter azal érvelt, hogy a lengyel küldötteknek joguk van részt venni az olasz és a magyar békeszerződést előkészítő

bizottságok munkájában. Rzymowski hangsúlyozta, hogy „a lengyel csapatok szabadságharcának idején a magyar hadsereg Németország oldalán részt vett hazája megszállásában és a lengyel vagyron elpusztításában”. Ezt a hozzáállást a magyar politika és a közvélemény is rendkívül sérelmesnek találta, különös tekintettel a magyarországi lengyel menekültek helyzetére és a honvédség által 1944-ben a lengyel felkelők számára nyújtott támogatás miatt. [14] [15]

A lengyel fél fel akarta vetni a lengyel katonák 1939-es internálása után Magyarországon maradt lengyel fegyverek és katonai felszerelések kérdését is. Végül a lengyel kormány nagyjából 20 millió dollár háborús jóvátételt követelt Magyarországtól. A budapesti lengyel nagykövetség érzékelte a magyar felháborodást, és arra biztatta a magyarokat, hogy készítsenek kimutatást a lengyel menekültek támogatásának költségeiről; azt nyújtják be Varsónak. Végül a lengyel tulajdon visszaszolgáltatásának kérdését kétoldalú tárgyalások útján kellett rendezni. Ezek a tárgyalások 1949-ig elhúzódtak, amikor a felek a jó viszony megőrzése érdekében kölcsönösen lemondtak pénzügyi követeléseikről. [16]

ÖSSZEZÉS

A győri program meghirdetése és a fegyverkezési egyenjogúság elismeretése nyomán megkezdődött a hon-

C4P (WZ.34) VONTATÓ

A második világháború idején sok hadsereg alkalmazott féllánctalpas járműveket, amelyek egyszerűbbek és olcsóbbak voltak a teljesen lánctalpas futóművel rendelkező eszközöknél, de sokkal jobb terepjáró képességgel bírtak, mint a kerekes járművek. Miután francia gyártmányokkal kedvező tapasztalatokat szereztek, 1934-ben Lengyelország is megtervezte saját wz.34 nevű eszközét, amelynek alapját az olasz licenc alapján gyártott 2,5 tonnás Polski Fiat 621 teherautó képezte, amelyet egyébként a hadsereg is használt, még a TK kisharcocsi közötti szállítására is. A féllánctalpas variánsból 1936 és 1939 között kb. 400 db épült az Állami Mérnöki Műveknél (Państwowe Zakłady Inżynieryjne). Az egyszerű platós változat mellett készült sebesültszállító és műhelykocsi is, és a mintegy 80-100 db

tüzérségi vontató kapta a C4P nevet. (6. ábra) Megbízható, szívós eszköz volt, de képességeit behatárolta a gyenge, 3000 cm³ hengerűrtartalmú soros, hathengeres, 34 kW teljesítményű benzinmotor. Ezt

a lengyelek is felismerték, és elkészítették az erősebb, 50 kW teljesítményű motorral szerelt változat terveit, de ebből csak 5 prototípus készült el a német támadásig. [20] [21]



6. ÁBRA. C4P féllánctalpas tüzérségi vontató Erdélyben, Besztercén az 1940-es években, a legénység kétrészes bőrruhát visel (Forrás: Fortepan/ Fucskár József Attiláné)

7. ÁBRA. Polski Fiat 621-es típusú tehergépkocsi magyar festéssel, Egységes Honvédségi Gépjármű Emblémával (Forrás: Fortepan / Zombori Attila / 101765)



védtség modernizációja és fejlesztése. A létszám fejlesztése mellett a légierő és a gépesített alakulatok megszerzése, valamint haditechnikával való ellátása kapott kiemelt figyelmet. Azonban a magyar ipar 1938–1940 között nem volt képes megfelelő mennyiségű és minőségű katonai gépjárművet gyártani. Ráadásul az olasz, német és amerikai beszerzések vonatottan haladtak, nem elégítették ki a hadrendi előírásokat. Az 1939-es év egy nem várt lehetőséget kínált a honvédség motorizációjának felgyorsítására. A lengyelország ellen indított német–szovjet hadjárat következtében a közös magyar–lengyel határon át jelentős létszámú és fegyverzetű lengyel katona érkezett Magyarországra. A lengyel haderő tagjait az internált katonai személy státusza illette meg Magyarországon. Hivatalosan a lengyel hadfelszerelést őrzött körülmények között kellett volna tárolni, és a háború után vissza kellett volna szolgáltatni Lengyelországnak. 1939 szeptember közepe és október eleje között összesen 2357 lengyel, zömében katonai gépjármű érkezett Magyarországra. Összehasonlításképpen 1938–1939-ben a honvédségnek nagyjából 4800–5200 gépjárműve volt, a beérkezett lengyel gépjárművek a

honvédség járműállományának több mint 40%-át tették ki. A hadvezetés felismerte, hogy a beérkezett lengyel gépjárműanyag alkalmas lehet a hadrendi hiányok időleges áthidalására. A lengyel féllal megegyezve a Magyarországra érkezett hadfelszerelést, kiemelten a gépjárműveket, a honvédség saját kezelésbe vette. Az 1940 nyarára kijavított és hadrendbe állított járművek részt vettek az erdélyi bevonulásban, a délvidéki és ukrainai hadműveletekben. Kezdetben jellem-

zően a gyorshadtest és a motorizált alakulatok kötelékében alkalmazták a járműveket. A felderítő-zászlóaljok motorkerékpáros századai 1941-ben zömében lengyel oldalkocsis motorkerékpárokkal voltak felszerelve. Kiemelt szerepet kaptak a gépjárműves kiképzésben is. A háború folyamán a lengyel gépjárművek a veszteségek, az elhasználódás, a pótalkatrészek hiánya miatt lassan elfogytak, de az 1940–1941-es években még meghatározó szerepet töltöttek be a honvédségben. ■

HIVATKOZÁSOK

- [1] Ansell, D., Ocskay Z. Katonai motorkerékpárok, Oldtimer Média Kft., Budapest, 2007., p. 91.
- [2] HL HM 30.991/el.n.3.b.-1941.
- [3] HL HM 3.241/el.n.3.b.-1940.
- [4] HL HM 6645/el.n.3.b.-1940.
- [5] HL HM 13.978/el.n.3.b.-1941.
- [6] HL I. hdt. 3.791.-1941.
- [7] HL HM 9.559/el.n.3.b.-1940.
- [8] HL HM 55.939/el.n.3.b.-1940.
- [9] HL HM 5.085/el.n.3.b.-1940.
- [10] HL HM 3.245/el.n.3.b.-1940.
- [11] HL HM 111176/el.n.3.b.-1940.
- [12] HL HM 5319/el.n.3.b.-1941.
- [13] Axworthy, Mark. Third Axis Fourth Ally, Romanian Armed Forces in WWII, Arms & Armour 1995.
- [14] Zima, Maria, Gurka Dezső. Lengyel–magyar kapcsolatok a második világháború időszakában - Stosunki polsko–węgierskie podczas II wojny światowej. Gondolat Kiadó, 2019.
- [15] Zima, Maria. Magyar katonák és a varsói felkelés, Line Design Kft. 2018.
- [16] Sylburska, Alexandra. Lengyel–magyar politikai és diplomáciai kapcsolatok 1945 és 1948 között. Múltunk 2021. 3. sz., 54–80.
- [17] Tarczyński, J. Polskie motocykle 1918–1945. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 2005. ISBN 8320615798.
- [18] Polish tankettes TK-3 and TKS <http://derela.pl/tk.htm#src/>
- [19] Prenatt, J. Polish Armor of the Blitzkrieg. Osprey Publishing, 2015. ISBN978-1-4728-0824-0.
- [20] Polish artillery tractor C4P / halftrack car wz. 34. <http://derela.pl/c4p.htm>.
- [21] Jonca, A., Szubanski, R., Tarczyński, J. Wrzesien 1939, Pojazdy Wojska Polskiego. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 1990. ISBN 83-206-0847-3.



GÁVAY GYÖRGY VIKTOR* – KOVÁCS ANDRÁS**

A MAZ-537G VONTATÓJÁRMŰ ÉS A CSMZAP-9990 TRÉLER

BEVEZETÉS

A MAZ-537 nehéz katonai vontató típuscsaládot a Szovjetunióban, a Minszki Autógyárban (MAZ) fejlesztették ki az 1950-es évek végén. A 8×8-as hajtásképletű jármű elsősorban katonai felhasználásra, nehéz terhek – harckocsik, ballisztikus rakéták – vontatására szolgált, de a civil életben is használták, főleg az olaj- és gáziparban, illetve az erdészetekben. Ennek a járműnek több, speciális kialakítású változata készült, többek között repülőtéren vontató, műszaki-mentő, csőszállító, üzemanyagszállító és -töltő gépkocsi. A MAZ-537G nyergesvontató talán legkülönlegesebb alkalmazásának az 1977-ben kifejlesztett, félpótkocsira telepített Pamir-630D (Памир-630Д) mobil nukleáris erőmű közüti vontatása nevezhető. Ebből a katonai rendeltetésű erőműből az 1980-as években összesen két készlet készült, melyek mindegyikéhez két vontató tartozott. A vontatmány a MAZ-9994 típusú 60 t össztömegű félpótkocsira telepített, 630 kW teljesítményű kompakt atomreaktorból és az áramfejlesztő egységből állt. [1]

A FEJLESZTÉS TÖRTÉNETE

A járművet a Minszki Autógyár Speciális Tervezőirodája (később OGGK-2) fejlesztette ki, és a tervezési munkála-

tokat Borisz Saposnyik főkonstruktor irányította. A típus alapját az 1959-től gyártott és korlátozott vontatási képességű MAZ-535 tüzérségi vontató adta. Külsőre nagyon hasonlítottak, de az új típus teljesítménye lényegesen nagyobb volt. A jóval erősebb motor beépítése érdekében megerősítették az alvázat, növelték a tengelytávot és átdolgozták a fékrendszert is.

1956-tól a MAZ-535-ös fejlesztésével párhuzamosan már folyt egy nagyobb teljesítményű tüzérségi vontató, a MAZ-536-os terveinek kidolgozása. Az első prototípus 1957-ben készült el, amelybe már a 391,5 kW (525 LE) maximális teljesítményű, D-12 típusjelzésű dízelüzemű motort építették. A prototípus tesztjei 1958-ban sikerrel zárultak, de a következő esztendőben a védelmi minisztérium új elvárásokat fogalmazott meg a vonóképességgel kapcsolatban. Emiatt célszerű volt a MAZ-536-os fejlesztését beszüntetni, illetve összevonni a MAZ-537 típusával. A tervezők az Amerikai Egyesült Államokban, a Kenworth és a Detroit Arsenal vállalatok által közösen fejlesztett 15 t teherbírású XM194 típusú prototípus-jármű elrendezését és konstrukcióját követték.

Az eszközt nagy nyilvánosság előtt először az 1964-es moszkvai katonai

Összefoglalás: A MAZ-537 nehéz katonai vontatócsalád tervezése és fejlesztése hosszú folyamat volt. A keleti blokk katonai járművei között megjelenésének és képességeinek köszönhetően ikonikus szerepet kapott. A mai napig kedvelik a gyűjtők, illetve a katonai járműveket hobbi céllal alkalmazó és fenntartó csoportok vagy személyek. A cikk témája a vontató és a harckocsi szállítására alkalmas tréler, mely egy kivételesen igényes munkával készült makett bemutatását teszi lehetővé.

Kulcsszavak: MAZ-537G, vontatójármű-fejlesztés, katonai alkalmazás, CSMZAP-9990 tréler

Abstract: The design and development of the MAZ-537 heavy military tow truck family was a long process. It became iconic among Eastern Bloc military vehicles thanks to its appearance and capabilities. To this day, it is popular among collectors and groups or individuals who use and maintain military vehicles as a hobby. The subjects of this article are the tow truck and a trailer designed to transport MBTs, which allows for the presentation of a scale model made with exceptional precision.

Keywords: MAZ-537G, towing vehicle development, military application, CSMZAP-9990 trailer

1. ÁBRA. A MAZ-537 szerelvény CsmZAP-9990 trélerrel és egy T-72-essel 1:35-ös makettként (Kovács András munkája)

* Alezredes, PhD, Nemzeti Közzolgálati Egyetem HHK, adjunktus. ORCID: 0000-0003-0632-5650

** Mesterlevelés makettező. ORCID: 0009-0007-5680-7654



2. ÁBRA. A MAZ-537G típusú vontatójármű és a CsMZAP-9990 tréler
(Forrás: Varga A. / Wikimedia)

díszszemlén mutatták be. A MAZ-535 és a MAZ-537 kifejlesztéséért Borisz Saposnyik és tervezőcsoportja megkapta a Szovjetunió Állami Díját. A MAZ-537 vontató különböző változatainak gyártása 1964-ig a Minszki Autógyárban, 1964-től a kurgáni Ural-szeljmas mezőgazdasági gépgyárban folytatódott 1990-ig, ahol a MAZ-535 és MAZ-537 típusokból együtte-

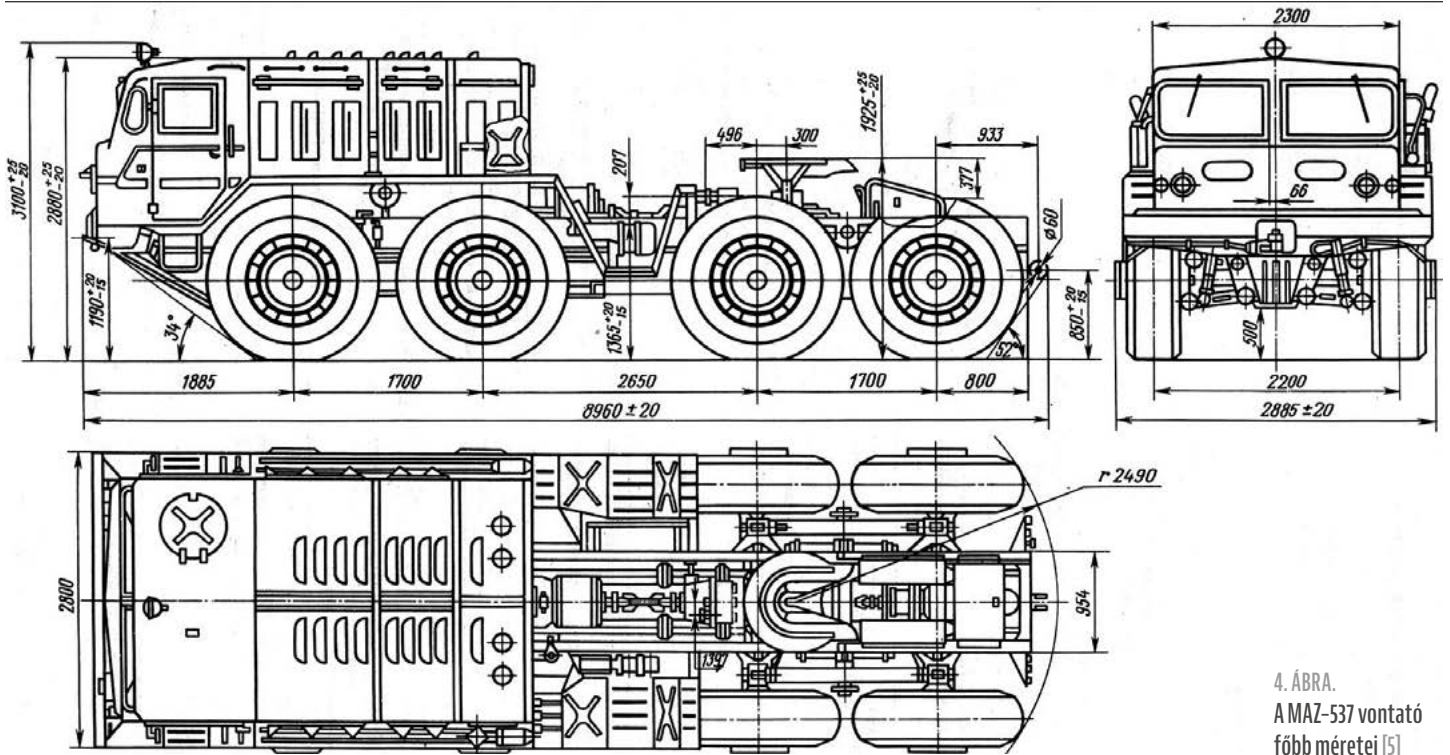
sen évente mintegy 350-400 jármű készült. 1966. június 11-től utóbbi neve Kerekcsontó járművek Kurgani Gyára lett, és ezáltal a későbbi járművek is a KZKT típusjelet kapták. [1]

A vontatókat a szovjet hadseregben a nehéz lánctalpas páncélozott járművek szállítására használták, kímélve ezzel azok üzemidő-tartalékát, szem előtt tartva a gazdasági szemponto-

kat. A rakétacsapatoknál a járműszelvény különböző változatait elsősorban R-9, R-14, R-16, R-36, GR-1 és UR-100 ballisztikus rakéták szállítására-vontatására alkalmazták, illetve például a MAZ-535B típust az 1958-1959-ben kifejlesztett Onyega szilárd hajtóanyagú harcászati (kis távolságú) rakéta szállító-indító járművekként, míg a MAZ-535V (1959) vontatót a



3. ÁBRA. A MAZ-537G vezetőfülkéje, mögötte a motorház, leghátul a csörlőház látható
(Forrás: Varga A. / Wikimedia)



4. ÁBRA.
A MAZ-537 vontató
főbb méretei [5]

DBR-1 Jasztreb, más néven Tu-123 hadászati (nagy távolságú) felderítő robotrepülőgép SztA-30 szállító-indító járművének vontatására. (Különböző problémák miatt az Onyega-projektet 1960 elején leállították, de a MAZ-535 vontató fejlesztését tovább folytatják). [1]

A sorozatgyártás kezdetétől a típuscsaládot folyamatosan korszerűsítették. Az 1964 óta gyártott MAZ-537 vontatók váltótípusának kifejlesztését V. A. Piszkarjev vezette, és a jármű tervezéséhez a Barnaultranszmas gépgyár korszerűbb és gazdaságosabb D12AN-650 dízelmotorját, a MAZ-537G vontató konstrukcióját és a MAZ-545 vontató vezetőfülkéjét vették alapul. Az új KZKT-7426 típusjelű vontató prototípusa 1978-ban készült el.

A MAZ-537G JELLEMZŐI

A jármű teherviselő fődarabja egy létraalváz, mely a négyszemélyes fülkét, a motort és az erőátviteli rendszert hordozza. A motort – és egyes változatok esetében a csörlőt – a fülke mögé helyezték el, ezáltal az első, kormányzott tengelyek terhelése minden helyzetben ideális lehetett. A keresztlengőkaros független futóműveket torziós rugókkal és hidraulikus lengéscsillapítókkal szerelték. Az

alváz hátsó részére a C és D tengelyek fölé került a vonószerkezet. A hátsó tengelyek futóművét oldalanként egy-egy lengőhímbe köti össze, ezáltal az ikertengelyek terhelhetősége jelentősen javul. [2]

A vezetőfülkében a gépjárműparancsnokon és a gépjárművezetőn kívül még két fő kezelőnek jutott hely.

A fülke tetejére (a gépjárműparancsnok helye felett) kör alakú búvónyílást alakítottak ki. A vezetőfülke fűtésére szolgáló berendezés a motor működésétől független. A motortér a fülke mögött található, a motort a járműbe hosszirányban építették be. A légbemlő nyílásokat oldalt, a motortérburkolatokon alakították ki, melyek

1. TÁBLÁZAT. A MAZ-537 vontató harcászati-műszaki jellemzői (A szerzők szerkesztése a [3] alapján)

Jellemző	Adat/érték		
Típusváltozat	MAZ-537	MAZ-537A	KZKT-537L
Hajtásképlet	8 × 8		
Kezelőszemélyzet [fő]	4		
Hosszúság [mm]	8960		9291
Szélesség [mm]	2880		3100
Magasság [mm]	2890		
Maximális össztömeg [kg]	87 000		
Saját tömeg [kg]	21 600	22 500	n. a.
Vontatható tömeg [kg]	65 400	75 000	200 000
Hasmagasság [mm]	500		
Minimális fordulósugár [m]	16,5		
Nyomtáv [mm]	2 200		
Tengelytáv (AB/BC/CD) [mm]	1700/2650/1700		
Max. sebesség műúton (vontató/járműszerelvény) [km/h]	60/55		
Tüzelőanyagfogyasztás [l/100 km]	125		100
Üzemanyagtartály térfogata [l]	2 × 420		
Hatótávolság műúton [km]	650		n. a.
Lejtómászó képesség (vontató/járműszerelvény) [°]	30/8		n. a.
Gázlóképesség (előkészítés nélkül/előkészítéssel) [m]	1/1,3		

TÍPUSVÁLTOZATOK [3]

MAZ-537: A vontató típuscsalád alapmodellje.

MAZ-537A: Ezt a típusváltozatot 15 t terhelhetőségű fém rakfelülettel és csörlővel szerelték fel, amely alkalmassá tette a tűzérési vontató feladatkör ellátására. Az eszköz szilárd útburkolaton 75 t, terepen 30 t tömegű vontatmány vontatására volt alkalmas.

MAZ-537B: Ez a típusváltozat a 9K72 Elbrusz hadműveleti-harcászati rakétakomplexumnak (NATO-kód: SS-1c Scud-B) szállításához készült, de a próbák alapján nem vált be a feladatra, így nem került sorozatgyártásba.

MAZ-537V: Ennél a nyergesvontató-változatnál a vonószerkezetre nehezedő megengedett terhelést 7 tonnával csökkentették. A DBR-1 Jasztreb (Tu-123) pilóta nélküli felderítő repülőgépek szállítására tervezték egy kéttengelyes SzURD-1 platformon. 1965–1985 között kis sorozatban gyártották a Védelmi Minisztérium külön kérésére. Az UAV-kon kívül ezt a nyergesvontatót alkalmazták még az UR-100 stratégiai rakéták és A-350 (GRAU: 5V61, NATO-kód: ABM-1 Galosh) rakéták (az A-Z5 rakétavédelmi rendszerhez) konténerit szállítására, valamint alkalmazták még a T3-ZO (AT3-ZO) kéttengelyes üzemanyag-félpótkocsi vontatására is, amelynek kapacitása legfeljebb harmincezer liter volt.

MAZ-537G: Ezt a többcélú univerzális nyergesvontató-változatot 1964-től gyártották, és a típuscsalád legnagyobb darabszámú változata volt. Az eszköz 15 t teherbírású, 100 m hosszú vontatókábelrel rendelkező csörlővel szerelték fel, amely elakadás esetén lehetővé tette az önmentést.

MAZ-537D: A típusváltozatot kiegészítő generátorral szerelték fel, mely alkalmassá tette rakétahordozó és -indító rendszerek berendezéseinek áramellátására.

MAZ-537Je: Ezt a típusváltozatot a Stratégiai Rakétaerők számára fejlesztették ki. Fel volt készítve elektromos generátorok, hidraulikus szivattyúk és kompresszorok meghajtására is. Ez a jármű összesen 68 t tömegű félpótkocsikat is tudott vontatni, ezáltal összesen 90 t össztömegű közúti járműszerelvénnyel mozgatásra volt képes. Egy speciális változatban (F) toló járműként is alkalmazták, egy szupernehéz többcsuklós 15T284 közúti vonat részeként, amelyet az RT-23 interkontinentális ballisztikus rakétával felszerelt konténer szállítására terveztek.

MAZ-537L vagy KZKT-537L: Ez a típusváltozat a MAZ-537G alapjaira épített repülőterei vontató, melyet 1976-tól gyártott a Kurgáni Autógyár (KZKT). Az „A” változathoz hasonló rakfelülettel látták el, amelyre 16 t öntöttvas nehezéket helyeztek a tengelyterhelés és ezáltal a talajra átvihető vonóerő növelésének érdekében. A jármű legfeljebb 200 t tömegű repülőgépek vontatására alkalmas, max. 20 km/h sebességgel.

MTP-4: A típusváltozat szintén a MAZ-537G változatra kialakított műszaki-mentő jármű.

TZ-60: A bázisjárműre kialakított repülőterei üzemanyagszállító és -töltő jármű.

KET-T: A bázisjárműre kialakított műszaki-mentő jármű.

PV-481: Csőszállító jármű, melyet az olaj- és gázvezetékek építésénél használnak.

AISZT-10: Felszállópálya-tisztító jármű.

mögött mindkét oldalon két-két hűtőtömb helyezkedik el. [3]

A V-2 harcokcsimotoron alapuló D-12A-525A dízelmotor hengerűrtartalma 38 880 cm³, V12-es hengerelrendezésű, folyadékűtésű, közvetlen üzemanyag-befecskendezésű, négyütemű, hengerenként négyselepes, amelynek maximális teljesítménye 386 kW (525 LE) 2100 1/perc

fordulatszámon. Maximális forgatónyomatéka az 1100–1400 1/perc fordulatszám-tartományban 2200 Nm. A hengerek furat/lökét méretei: 150/180 mm. A hengertömb és a hengerfej anyaga is alumíniumöntvény. Sűrített levegővel és elektromos indítómotorral indítható. A motor vonatkozásában annak alacsony élettartama jelenti a legnagyobb problémát.

A motort előmelegítő berendezéssel szerelték fel a hideg időben történő könnyebb indítás biztosítására. A nyolc kerékre kétfokozatú elosztó hajtómű, közbenső hajtóművek, hét differenciálmű, 16 kardántengely és kerekenként egy-egy bolygóműves kerékajtómű adta át a hajtónyomatékot. A vontató állandó összerékajátású, a négy tengelyből az első kettő

5. ÁBRA. A CsMZAP-9990 típusú félpótkocsi tartaléktüzelőanyag-tartalycsoportjai alulnézetből (Forrás: Fodor Gábor)



2. TÁBLÁZAT. A CsMZAP-9990 tréler harcászati-műszaki jellemzői (A szerzők szerkesztése [10] alapján)

Jellemző	Adat/érték
Hosszúság [mm]	12 500
Szélesség [mm]	3 150
A rakfelület hossza [mm]	9 500
Saját tömeg [kg]	15 000
Szállítható tömeg [kg]	45 000
Tengelyek szám [db]	3
Nyomtáv [mm]	2 200
Tartaléküzemanyag-tartály térfogata [l]	2 × 750

kormányozott, a könnyebb kormányzást pedig hidraulikus kormányserve segíti. Az abroncsnyomás a terhelés- és talajviszonyoknak megfelelően központilag állítható.

A jármű 60 km/h maximális sebesség elérésére képes. Terhelt trélerrel 20-40 km/h-s sebességgel képes mozogni. Az üzemanyagtartályokat a motor mögött, annak burkolata alatt helyezték el; összegzett kapacitásuk 840 liter. A két üzemanyagtartály felső részén két-két töltőnyílás található.

A jármű elektromos rendszere 24 V-os. Négy darab 140 Ah-s, a harckocsikhoz is használt 6SzTEN-140M akkumulátorral szerelték fel. Generátora G-731 típusú, az indítómotor Sz5-30 típusú. [3]

A CsMZAP-8685 tartályos félpótkocsit vontató változatot a mariupoli Azovmas vállalat gyártotta 1981-től. Az elliptikus keresztmetszetű, acélból készült önhordó tartály kapacitása 60 000 l. Egy töltőcsomák szállítási kapacitása 2000 l/perc. A járműhöz több különböző félpótkocsit használtak, többek között az 50 t teherbírású CsMZAP-9990 és CsMZAP-5247G típusokat.

A Magyar Néphadsereghez az 1980-as években érkezett 20 db MAZ-537G vontató (csörlős változat) CsMZAP-9990 félpótkocsikkal. [7] A csörlő a sérült, meghibásodott harckocsik trélerre vontatására szolgált. Azért, hogy a drótkötelet át lehessen vezetni a CsMZAP-9990 tréler hatványakában egy alagút van kialakítva. [3]

CSMZAP-9990 TÍPUSÚ TRÉLER

A CsMZAP-9990 típusú tréler egy háromtengelyes félpótkocsi, amelyet elsősorban katonai célokra terveztek,

és nehéz gépek, illetve harcjárművek szállítására fejlesztettek ki. Kiakításának köszönhetően elsősorban lánctalpas és kerekes páncélozott járművek, harckocsik, illetve egyéb túlméretes haditechnikai eszközök szállítására volt alkalmas. Szilárd acélvázra épült, alacsony rakfelülettel és megerősített tengelykonfigurációval, ami még nehéz terepen is biztosította a megfelelő teherbírást és stabilitást. A félpótkocsi összekapcsolható bármilyen nehézvontatóval (MAZ-537, KZKT-7428 stb.).

A tréler alvázának hosszartói nagy szakítószilárdságú acélból készültek. A vázcsomópontok hegesztései utólagos hőkezelésen estek át a belső feszültségek csökkentése érdekében. Az alváz bordázott kialakítást kapott, hogy nagy terhelésnél csökkentse a torziós hajlamot. A csúszásmentes, bordázott acéllemezzel borított rakfelületen T-72, T-80, T-90 típusú harckocsik szállíthatók. A rakfelületen gyűrűs rögzítési pontok helyezkednek el 1 méterenként, melyek lehetővé teszik a láncos vagy hevederes rögzítést.

A háromtengelyes rendszer lehetővé teszi az egyenletes terheléelosztást. A tengelyek egyenként megerősített légrugókkal rendelkeznek. Az extrém igénybevétel és az üzembiztonság növelésének érdekében a két-körös légfékrendszerben minden kereket külön fékserkezet lassít vagy rögzít.

A tréler hátsó részére hidraulikusan vezérelhető acélrámpákat szereltek. Ezek akár 45 t tömegű járművek önerejű felhajtását is elbírják. A rámpák felülete bordázott és lyuggatott a szállított jármű csúszásának megakadályozása érdekében.

Az elektromos rendszer, illetve a világító és fényjelző berendezések 24 V feszültségen üzemelnek, amelyek éjjellátó-kompatibilis hátsó lámpákkal is kiegészíthetők.

A PÓTKOCSI KÜLÖNLEGES ÜZEMANYAGTÁROLÓ RENDSZERE

A MAZ-537 – CsMZAP-9990 szerelvény különleges képessége az üzemanyag rendszerében rejlik. A hosszú távú szállítás üzemanyagellátásának biztosítása érdekében a CsMZAP-9990 tréler alvázára 8 db

üzemanyagtartályt szereltek. Ezek össze vannak egymással kapcsolva, és mindkét oldalt külön csövön keresztül lehet a nagy fogyasztású vontató üzemanyagrendszeréhez csatlakoztatni, ezzel megnövelve utóbbi hatótávolságát. A tartályokat a rakfelület alá, a fő gerendák közé szerelték a megfelelő tömegelosztás érdekében. A tartályok vastagfalú kivitelben, belső hullámtörő lemezekkel készültek. A nyolc darab tartály összesen 1500 l tartalék-üzemanyagot tárolt a vontatójármű (pl. MAZ-537 vagy KZKT-7428) részére.

A CsMZAP-9990 típusú félpótkocsit a katonai felhasználáson kívül alkalmazták még ipari nehézszállításra is, például bányászati vagy erdészeti gépek mozgatására.

Ezt a típust a Magyar Néphadseregben is rendszerbe állították a T-72 típusú harckocsi közúti szállítása céljából. A harckocsi önálló mozgásra csak korlátozottan alkalmas, mivel a lánctalpa gumibetétek hiányában tönkreteszi az aszfaltutak burkolatát. A sérült vagy meghibásodott eszköz szállításához ezért elengedhetetlen volt egy közúti használatra alkalmas tréler.

HIVATKOZÁSOK

- [1] Villányi György: Szovjet-orosz nehéz katonai vontatók és eszközhordozó alvázak I. rész Haditechnika 2013/2, 9.
- [2] Lévai Zoltán: Gépjárműfűtőművek szerkezetana – Kerékfelfüggesztések 6. o. <http://www.lezo.hu/gjt-1996-2010/oktatok/lezo/tankonyv/kerekfelfuggesztes.pdf> (Letöltve: 2025.07.28.)
- [3] MAZ-537: Technical characteristics – Truck-Review. https://trucksreview.ru/maz/maz-537-tehniczeskie-harakteristiki.html?fbclid=IwY2xjawLu-RJleHRuA2FlbQIxMAABHuF-sBSxqFmC7zbrtNTDlo60KVVwc1WDLhpeted-1XKtQG18LTyOozvm9n9wO_aem_A5udlFUXzE9uPpF_iNPulG (Letöltve: 2025.07.28.)
- [4] MAZ-537 Седельный Тягач русская-сила. <https://xn---7sbb5ahj4aiadq2m.xn--plai/guide/army/tr/maz537.shtml> (Letöltve: 2025.07.28.)
- [5] MAZ-537 – Mortar Investments. <https://mortarinvestments.eu/catalog/item/maz-537> (Letöltve: 2025.07.28.)
- [6] Ukrainian 15T284 ICBM transporter system for 15ZH60/RT-23 ICBM, MAZ-375E with 16x16 trailer – Caesar. <https://x.com/Ninja998998/status/1060456728037376001/photo/2> (Letöltve: 2025.07.28.)
- [7] MAZ-537 Седельный Тягач. <https://xn---7sbb5ahj4aiadq2m.xn--plai/guide/army/tr/maz537.shtml> (Letöltve: 2025.07.28.)
- [8] Vollert, Jochen: Soviet Tank-Transporter and Heavy-Duty Truck MAZ-535 and MAZ-537. Tankograd Special No. 02. Tankograd Publishing, 2001.
- [9] Vollert, Jochen: Soviet Tank Transporter in Detail: MAZ-537G with MAZ/ChMZAP-5247G Semi-trailer. Tankograd Soviet Special No. 2005. Tankograd Publishing, Erlangen, 2005.
- [10] Полупринцеп ЧМЗАП-9990. <https://sptechnika.ru/avtotransport/polupricep-chmzap-9990/> (Letöltve: 2025.07.28.)
- [11] Автомобиль MAZ-537 и его модификации. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. 6-е издание. Москва, Военное издательство Министерства обороны СССР, 1977 г., 434 с.

A MAKETT



6. ÁBRA. A kész makett

Számomra a makettezés lehetőséget nyújt arra, hogy elkészíthessem a Magyar Néphadsereg (később Magyar Honvédség) 1980–90-es években használt technikáit, ezért sorakoznak a polcomon olyan járművek, mint a T-55, a 2Sz1 Gvozdgyika, a BMP-1 vagy a KRAZ-255B. Személyes kedvencem a T-72 harckocsi, a MAZ-537G – CSMZAP-9990 vontató-féltreler szerelvény pedig ezen típus közúti szállítójárműve. Ez utóbbi első látásra megfogott nagyságával, robusztusságával és az „olyan csúnya, hogy már szép” kinézetével. A szerelvényel először a HM CURRUS Zrt.-nél találkoztam, ahol négy évig dolgoztam. Már akkor elhatároztam, hogy egyszer megépítem a makettjét.

A VONTATÓ

Mivel én a Magyar Honvédségben használt változatot szerettem volna megépíteni, ezért számos átalakítást kellett végezni a késői verziót bemutató maketten. Nálunk egy „öszvér” változatot rendszeresítették, ezért meg kellett szerezni a korai verzió üzemanyagtartály-borításának műgyantamását, ugyanis ezt a Trumpeter a késői változatú MAZ-hoz nem adja. A készlet szerencsére tartal-

mazza a csörlőházat, amit be kellett építenem – hiszen ez is rajta van a magyar verzió –, viszont megcsináltattam 3D nyomtatóval a belső berendezését is (csörlőmű). Minden más egyezik a mi járműveinkkel, és ehhez adják a nálunk rendszeresített tréler.

A Trumpeter készletről sok rosszat mondani nem tudok: jó minőségű szürke műanyag, pontos, érthető építési leírás és hasznos fotómaratott kiegészítők. Természetesen ez nem azt jelenti, hogy nincs hiányossága!

A Panzer Shop műgyanta és fotómaratás kiegészítőjét (PS35A347) vásároltam meg hozzá, aminek a segítségével a teljes motorteret ki lehet dolgozni. Alapvetően jó készlet, de ezt is fel kellett javítani. Például a motor tetejére való légszűrő felfogatóját teljesen saját gyártásúval pótoltam.

A Voyager Models MAZ-537G fotómaratott készletét (PE35278) viszont nem vettem meg, mert amit ad, az felesleges, amit meg le kellene cserélni, mert lemezből van az igazán (a vezetőfülke-ajtók, a motortér-burkolat felső ajtó, a csörlőház-ajtók stb.), azt pont nem tartalmazza.

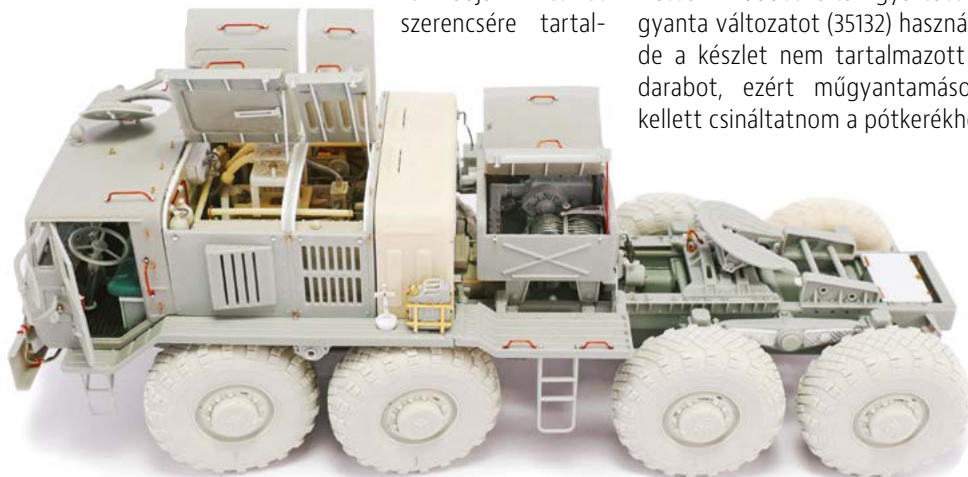
A Trumpeter készlet nagy átmérőjű műanyag/gumikerekei helyett a Hussar Product által gyártott műgyanta változatot (35132) használtam, de a készlet nem tartalmazott elég darabot, ezért műgyantamását kellett csinálnom a pótkerekhez.

Az építés azzal indult, hogy elkezdtem szétvágni a motortér-burkolatokat és a csörlőházat, illetve kinyitottam az ajtókat. Miután vékony pengéfűrészsel szétfűrészeltém őket, jöhetett az ajtók elvékonyítása. Nagyon vastagnak látszódtak, viszont az igazán lemezből készültek; a fröccsöntési technológia miatt 1 mm vastagságúak, ezért lett volna jó, ha a Voyager készlet tartalmazta volna ezeket a fontos és látható részeket.

A tényleges építést az alvázal kezdtem. Kicseréltem vagy pótoltam a hidraulika- és fékcsoveket, az alváz végén lévő tárolódobozt, illetve valódi rugót tettem a nyereghez. Emellett Evergreen szálabból tartót csináltam a hidraulikatartálynak, 3D nyomtatott levegőtartályokat helyeztem a hátsó kerekek mögé a vázra, és befedtem a hátsó kiegyenlítő híd felületét, mert a makett a régi (lyukas) verziót adja. Hatszögletű profilú műanyag szálabból pótoltam a vázon a sok csavarfejet. Ugyanilyen anyagból – csak nagyobb méretűből – megcsináltam a fék- és hidraulikacsövek csatlakozóit is. A kormánymű és a fékmunkahenger részleteit is kidolgoztam a fülke alatt, az első kerék előtt. A kormányrudat pótolnom kellett, mivel a készletből kimaradt. Az összes fékcsovet rézdrótból csináltam úgy, hogy egy nagyobb átmérőjű rézdrótra tekertem rá egy kis átmérőjűt, így jelenítve meg a fékcso pánccézását. Az osztóművet és a csörlőmű-kihajtást finomítottam, a csörlőház tartóit kicseréltem. A motortérburkolaton, a csörlőházon és a vezetőfülkén a fogantyúkat és a ponyvatartó fülkeket rézdrótból hajlítottam. Az ajtókat belülről részleteztem a merevítőkkal, kítámasztókkal és zárral.

A vezetőfülkében elsőként a kárpitozást csináltam meg. Vékony (0,25

7. ÁBRA. A vontató bontott állapotának kidolgozása sok munkát igényelt





mm-es) műanyag lemezből elkészítettem a borítást, azután 3D nyomtatóval csináltattam gumiszőnyeget, illetve a fülke fűtőberendezését. Részleteztem a kormányt, a műszerfal kapcsolóit rézdrótból, a gombokat 1 mm-es, 0,75 mm-es és hasonló méretű Evergreen körprofilokból készítettem. Elkészült a keresőlámpa fogantyúja, a napellenzők, a levegős ablaktörő motorok stb. Emellett az üléseket kétkomponensű Green Stuff anyag felhasználásával műbőröztem. Az ülések mögötti kezelőszerveket is elkészítettem, az órák számlapját megrajoltam és kinyomtattam. Az ajtók belső felületét is finomítottam, furatokat csináltam, továbbá rézdróra cseréltem a kapaszkodót és műanyagra az ablakemelőt.

A fényszórókat és a keresőfény-szórót is feljavítottam. A fonszor közepét kifúrtam, és átlátszó keretdarabból esztergált „izzót” tettem bele. A csörlő részleteit egy barátom csinálta eredeti fotók alapján, illetve a csörlőház belső méretei felhasználásával. A drótkötelet én fontam vezetékárnnyékolásból, fúrógépbe fogva. Megfelelő a színe is, a méretét jó hosszúra hagytam, és kellően vékony lett. Amit készen lehet venni, azok 1 mm-es átmérőjűek, tehát a valóságban 35 mm-es lenne, az pedig már a T-72 vontatókötelének vastagsága. A csörlőben viszont sokkal kisebb átmérőjű köté volt, nem kellett nagyobb, mivel a jármű a kerekein gördült fel a platóra.

A TRÉLER

A tréler építésénél nem akadt anynyi feljavítani való, a gyári részletesség is megfelelt. Persze így is volt vele munkám. Hegesztési varratokat csináltam végig az egész járművön; a talpaló henger dugattyúrúdját kicseréltem és mozgathatóvá tettem

(le lehet talpalni). Bekötöttem egymáshoz a nyolc üzemanyagtartályt és kiveztem a hattűnyakhoz a csatlakozását. A levegőtartályokat is összekötöttem, megcsináltam a rámpaemelő vezérlését, itt is készítettem fékcsoveket. A darut a tréler tetején is részleteztem, ami a pótkerekemelő szerkezet. A hidraulikacsöveket pótoltam a rámpaemelőnél, illetve lereszeltem a gumikból, hogy érzékeltessem a plusz súlyt, amikor felgördül rá a T-72-es.

A PÁNCÉLOS

A T-72 korai típusát szereztem be az Amusing Hobby kínálatából, ami pozitív meglepetést okozott. Teljes belső kidolgozást kapunk, nem is kell sokat változtatni rajta. Részletes készlet, pontos, érthető leírással, jó minőségű műanyagból, bár a külső darabokat zöld műanyagból fröccsöntötték, és csak a belső alkatrészek szürkék.

Az építési utasítás alapján haladtam, kicserélgetve a sok lőszer tartót. Ugyanis a készlet minden lőszer tartót lőszerrel feltöltve ad, de ezt a Magyar Honvédségnél üresen kell tartani, csak a lövészetben adnak ki pár darab lőszer, azt javadalmazták be a forgó lőszer tartóba. Minden búvónyílást, a motortér fedelét és a hűtőt is mozgathatóvá-nyithatóvá tettem, vagyis kifúrtam és csapokat tettem a zsanérba. A motornál az adagoló és a hengerek között elkészítettem az üzemanyag-vezetékeket, lecseréltem az első sárvédők rögzítőit és zsanérjait. Rézdrótból készítettem a fontosabb emelőfüleket, fogantyúkat, és „végighegesztettem” mindent. A homlokfelületnél vékony rétegben 500-as Gunze surfacert vittem fel, majd topfolással rücskösebbé tettem a felületet, ahogy a tornyon is. Ilyen módon az öntött darabok jellegzetes

ADATLAP

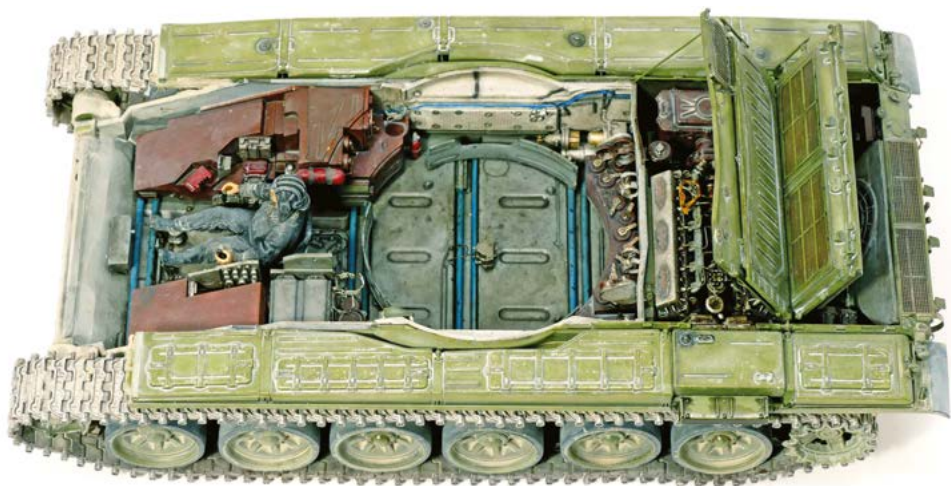
Készlet:	MAZ-537G Late Production type with ChMZAP-9990 semi-trailer
Gyártó:	Trumpeter
Cikkszám:	01065
Lépték:	1:35
Anyagok:	műanyag, réz, gumi
Alkatrészszám:	690
Kiadási év:	2019
Készlet:	T-72 „Ural”
Gyártó:	Amusing Hobby
Cikkszám:	35A052
Lépték:	1:35
Anyagok:	műanyag, réz
Alkatrészszám:	765
Kiadási év:	2022

felületi egyenetlenségeit jobban viszsza tudjuk adni.

A toronynál a búvónyílásokat és a tárolódobozokat is nyithatóvá/mozgathatóvá tettem, ezenkívül lövegfüggetlenítő vasat csináltam. Itt is kicseréltem a fogantyúkat, lőszer tartókat készítettem, kidolgoztam a légvédelmi NSzVT géppuska tartóját, és antenntartót esztergáltattam részről. Itt is mindent körbehegesztettem, amit a toronyhoz rögzítettek. A lánctalp a készlet része, teljesen olyan, mint a valódi, pedig műanyag. A futógörgőket könnyen be tudtam állítani a trélerre történő felálláshoz, mert mozgatható a futómű – a torziós tengelyek úgy működnek, mint az igazi harckocsin, a Z-tengelyeket rugózzák.

A FESTÉS

Nálam a festés mindig az előkészítéssel kezdődik: szétválogatom az alkatrészeket színek szerint, rátűzöm őket fogpiszkálókra vagy hosszú gyufaszálakra, és mosogatószeres meleg víz-



8. ÁBRA. AT-72-es makett belső terei

ben zsírtalanítom mindet. Ha megszáradt, akkor jöhet az alapozás – ez nekem a Tamiya akril XF-19 Sky Grey matt fehérrel világosított változata. Szép matt felületet ad, egyszínű – tehát minden hiba (tömítetlenség, sorja stb.) meglátszik rajta, és mindig van itthon! Ezután jöhet a befolyatás matt fekete enamel festékkel, ami segít az előárnyékolásnál. A panelvonalak, kiálló részek mentén vékony, matt fekete vonalakat fújok a felületre, hogy ezzel is megtörjem, tagoltabbá és izgalmasabbá tegyem a felszínt.

A zöld részek festése az általam kevert Tamiya akril festékkel (XF-5 Flat Green, XF-2 Flat White, XF-3 Flat Yellow) történt, amit mindig fakóbbra, világosabbra keverek, mint az a szín, amit majd a végén szeretnék látni, mert minden későbbi fázis sötétíti a színen. Az XF-1+XF-64 enamel festékkel szennyezett hígítós befolyatás előtt az összes színt akril festékekkel fújok, hogy ne oldja fel az enameles befolyatás.

Az alvázat matt feketével, az üzemanyagtartályokat, a csörlő és az ajtók belsejét, a fülkebelsőket pedig egy sötétebb zölddel festettem – hiszen ezeket a részeket nem szívta ki a nap. A motor alapszíne, a ventilátorok és a csörlő görgői XF-56 Metallic Grey, a légszűrő és a szelepfedél XF-9 Hull Red, a hűtők és a gumicsövek mattfeketé színt kaptak.

A kerek belsejét zöldre, a gumikat gumiszínű festékkel festettem, aztán jöhetett a fekete bemosás. Száradás után jött a porozás az egész felületen, az Ammo cég Light Dust pigmentjével. A gumirészen az ujjammal (gumikesztyű nélkül, hiszen a kezünk zsírossága kell a por eltávolításához) végigsimítva a felületet csak az árkokban/mélyedésekben marad meg a por.

Ha kész az összes alapfestés, akkor átmosom az egész felületet fekete és rozsdabarna enamel festékkel szennyezett hígítóval. Száradás után sokkal élettelibb lesz a makett, ezért szeretem ezt a módszert. Ezután szoktam a világosítást csinálni a felső, napsütötte felületeken. Az alapszínhez keverek egy kis fehéret meg sárgát, ezzel szoktam megfújni ezeket a részeket.

A rozsdázások jönnek a szivacsos technikával, enamel XF-64 Red Brown rozsdaszínnel, amit egy kis pirossal szoktam megbolondítani. Mivel a felületet akrillal festettem, az enamel rozsdát vissza tudom mosni, és azokból a foltokból, amit a szivaccsal hozok létre, lapos ecsettel rozsdafolyásokat csinállok. A csavarfejek, kiálló részek, panelvonalak és a kapaszkodók körül, illetve a mélyedésekben fekete befolyatást csinállok, kiemelésül.

Ezután szoktam a világosított festékkel szárazecsetelni a kiálló részeket,

hogy ne legyen egyöntetű a felület. A kopások festése is ekkor következik, ezüsttel, feketével, attól függően, hogy mennyire kopik, használódik a rész. Olajfolyások, fröcskölődés, zsír stb. is most kerülnek a motortérbe.

Ha minden kész, akkor következik a porozás. Ennél a makettnél próbáltam ki az Ammo Nature Effects Light Dust nevű enamel termékét, és nagyon meg vagyok vele elégedve. A hígított anyaggal átmosom a felületet és ahol sok, ott vissza tudom szedni, finomítani.

A tréler festésénél a hajlakkos technikát választottam a nagy rozsdás felületek megjelenítéséhez. Először Tamiya enamel XF-64 rozsdafestékkel és ennek variálásával alapszint fújtam, aztán erre került az előárnyékolás a matt feketével.

A koptatást elősegítő hajlakkozás a következő, ami védőréteget képez az alatta lévő színeknek, így a ráfújt zöld akril vizesen visszakoptatható. A nedvesített felületet elkezdem ecsettel simogatni, ha nem jön, kicsit erősebben – akár fogkefével – dörzsölni, és szépen előtűnnek az alsó festékrétegek. A tréler festésénél is a fentebb leírt módszereket felhasználva próbáltam a makettet minél éltebbre varázsolni.

A T-72 festését a belső részeknél kezdtem. Minden alkatrészt világoszürkével alapoztam, aztán előárnyékoltam matt feketével, utána jöhetett a tényleges szín. Mindezt akrillal – ha kellett, ecsettel is, óvatosan, hiszen addig nem érheti a makettet enamel festék, amíg a bemosás nincs kész. Tudom, hogy lehetne lakkozni is, de én nem szeretem. A belső részeket is bemosam, befolyattam, koszoltam, koptattam, használttá tettem. Nem szeretem az olyan maketteket, amik gyári új kinézetűek; azt szeretem, ha használódott, a mindennapi tevékenységek nyomai látszódnak a belsőn és a külsőn is.



9. ÁBRA. A tréler koptatás után



10. ÁBRA. A T-72-es csörlőzés közben

A T-72 külső festésénél is a hajlakkos technikát alkalmaztam, csak itt az alumínium alkatrészek (üzemanyag-tartályok, tárolódobozok, toronyládák, a löveg hőtakaró borítása) nagy, leváló kopásának megjelenítéséhez. Szürke alapozót fújtam először, hogy a makett zöld alapanyagát elfedjem, aztán előárnyékoltam. Enamel aluszínnel fújtam az alumíniumból készült alkatrészeket.

A hajlakk után jöhetett az általam kevert zöld, ami Tamiya akril XF-58-ból, XF-2 és XF-3-ból állt össze, ami más árnyalat, mint a MAZ színe! A kívánt színnél ez is fakóbb, világosabb, hiszen a zöld és a gumi színek festése után jön majd a bemosás. De előtte vissza kellett koptatni az alu alkatrészekről a zöld színt. Ekkor is ecsettel, fogkefével dörzsöltem és karcoltam a felületeket. Utána felraktam az oldal-számokat és az ékek matricáit, aztán a bemosás következett. Ezután jött a koptatás, rozsdázás, fémes kopások megjelenítése a búvónyílásoknál, fogantyúknál, ahol az állandó használat miatt nem rozsdásodik a kopás. Ahol megsérült a festés, egyből megjelenik a rozsdás, aztán az eső miatt szépen lefolyik, és látványos rozsdafolyásokat lehet csinálni. Mikor minden kész volt, jöhetett a porozás, hiszen egy tank csak közvetlenül a mosás után tiszta, ha egy kicsit arrébb áll, már a poros udvaron is koszolódik.

A FIGURÁK

Ez nálam kényes téma. Az a baj, hogy míg ezernyi második világháborús készletet találhatunk, a 90-es éveke-

li Magyar Honvédség katonáit megjelenítő figurákat nem gyárt senki! Szerencsére fellelhetünk hasonló öltözetű készleteket; ezeket folyamatosan vadászom és utána átalakítom, magyar mintájú gyakorlóruhát „adok a katonákra”. Az itt látható figurákat, a Miniart US Army Drivers (35180) és a Trumpeter Soviet Tank Crew (00435) készletek felhasználásával csináltam, bár az irányító alak keze a Trumpeter Chinook Crew in Vietnam (00417) készletből való, a T-72-ben ülő vezető pedig a Miniart Soviet Tank Crew (37037) T-34 harckocsi vezetője, modernebb harckocsizó fejevédőben. Szóval nem egyszerű megtalálni és összehozni ezeket a figurákat. A festésüknél próbálok minél élethűbb kinézetet kialakítani, több-kevesebb sikerrel.

ÖSSZEZÉS

Véleményem szerint a Trumpeter készlete részletes, precíz, könnyen építhető és nálunk is elérhető. A T-72-es készlet pedig főnyeremény a részletes belső és külső

kialakításával. Több mint fél évig tartott az építés, a festéssel pedig három hónapot töltöttem összesen, de nehéz kiszámolni, mert először a vontató készült el, aztán jött a tréler, a végén pedig a T-72. A kiegészítőket a Mosonshow-n és külföldről szereztem be; összesen az egész szerelvény ára olyan 130 000 Ft. Nem kevés, de azért a mérete is impozáns: 75 cm hosszú. Ezért sem ajánlom kezdőknek, de annak, aki szeretne egy magyar MAZ-szerelvényt és egy jó T-72-est – kötelező vétel!

Köszönöm a segítséget mindenkinek, különösképpen Pécsi Rolandnak a rengeteg információt és fényképet, illetve Lengyel Lászlónak a 3D nyomtatást.

A makett a 2025-ös Szolnoki Makettverseny Mester Harcjármű kategóriában aranyérmet, emellett a Legjobb Magyar Harcjármű Díját kapta meg.

A technikai leírás Kovács András és Gávy György Viktor, a makett, az építési leírás és a fotók Kovács András munkája.

11. ÁBRA. A figurák „munka közben”





STUDIES

- From stone fougesse to intelligent landmines, *Part 3 Landmines from the of WW1 to the end of WW2.* 2
- Specialised logistics equipment past and present, *Part 3* 6
- Bouligand structure in defence industry – Armaments industrial applications of bio-inspired structures 12

INTERNATIONAL MILTECH REVIEW

- The Ukrainian eVorog chatbot and the Delta system 18

SPACE ACTIVITIES

- The importance of KTD in aviation and space medicine, *Part 3* 22
- The Hungarian-manufactured power supply unit of the JUICE space probe 29

DOMESTIC SURVEY

- Multi-component explosives and their potential applications, *Part 2* 37
- History of the Hungarian four-color camouflage uniform 44

MILTECH HISTORY

- Nuclear submarines in the Royal Australian Navy Fleet, *Part 1 The Royal Australian Navy's submarine arm* 52
- A-10A Thunderbolt II attack aircraft of the United States Air Forces stationed in Europe, 1979–1993, *Part 1* 58
- Polish vehicles in the Royal Hungarian Armed Forces, 1939–1945, *Part 2* 62

MODEL

- The MAZ-537G tractor vehicle and the CsmZAP-9990 trailer 67



STUDIEN

- Von der steinstreuen Minen bis die intelligenten Landminen, *Teil III Landminen von dem Ende des ersten Weltkriegs bis zum Ende des zweiten Weltkriegs* 2
- Logistiktechnische Hilfsmittel einst und heute, *Teil III.* 6
- Bouligand-Struktur in der Verteidigungsindustrie – militärische Anwendungen der von der Natur inspirierten Strukturen 12

INTERNATIONALE WEHRTECHNISCHE RUNDSCHAU

- Der ukrainische eVorog-Chatbot und das Delta-System 18

RAUMFAHRTTECHNIK

- Die Bedeutung von KTD in der Luft- und Raumfahrtmedizin, *Teil III.* 22
- Das in Ungarn hergestellte Netzteil der Raumsonde JUICE 29

HEIMATSCHAU

- Mehrkomponentensprengstoff und seine Anwendungsmöglichkeiten, *Teil II.* 37
- Die Geschichte der ungarischen Feldkleidung mit Vierfarbendruck 44

GESCHICHTE FÜR WEHRTECHNIK

- Atom-U-Boote der Königlichen Australischen Marine, *Teil I.* 52
- Die U-Boot-Bewaffnung der Königlichen Australischen Marine 52
- A-10A-Kampfflugzeug der United States Air Forces in Europa 1979–1993, *Teil I.* 58
- Polnische Fahrzeuge der ungarischen Armee, 1939–1945, *Teil II.* 62

MAKETTE

- Das Zugfahrzeug MAZ-537G und der Anhänger CsmZAP-9990 67

TABLE OF CONTENTS

INHALTVERZEICHNIS



SZERZŐINK FIGYELMÉBE

A szerkesztőség két független lektorral ellenőrizteti a beküldött kéziratokat és plágiumellenőrzésnek veti alá azokat. A cikkeknek tartalmaznia kell: egy max. 6-10 soros összefoglalást és 5 kulcsszót magyar és angol nyelven is, illetve a cím angol nyelvű fordítását. Lapunk szerzőinek nevével 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 tiszteltdíj a kiadói szerződésben kerülnek szabályozásra.

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

ELŐFIZETÉS

Éves előfizetési díj: 5940 Ft

Előfizetésben terjeszti

a Magyar Posta Rt. Hírlap Üzletága,
1089 Budapest, Orczy tér 1.

Előfizethető valamennyi postán, kézbesítőknel,
e-mailen: hirlapelofizetes@posta.hu,
faxon: 303-3440;

a HM Zrínyi Nonprofit Kft.

Ügyfélszolgálat – Könyv- és térképbolt

1024 Budapest, Fillér u. 14.

Telefon: +36 30-388-4034

E-mail: bartha.cynthia@hmzrinyi.hu
ugyfelszolgalat@hmzrinyi.hu

A folyóirat 2020 utáni számai elérhetők:

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

A címlapképünkön: Az ausztrál haditengerészet 2016-ban végrehajtott gyakorlatán MRH-90 Taipan helikopterről csőrlős emeléssel bocsájtanak le tengerészeket egy mozgó tengeralattjáróra. (Fotó: Sarah Ebsworth, Royal Australian Navy)

Poszter: A MAZ-537G vontatójármű és a CsmZAP-9990 tréler egy T-72-es harckocsival. Kovács András 1:35-ös makettje.

Tisztelt Olvasóink!

Előző lapszámunk 25. oldalára
technikai okokból nem a megfelelő fotó került.
A történetekért a szerző, Kizmus Szabolcs
és Olvasóink szíves elnézését kérjük!



KEDVENC LAPJAIT – KÖZTÜK A HADITECHNIKÁT –
A LAPTAPÍR 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.

A FELHŐSZOLGÁLTATÁSOK VESZÉLYEI

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

ENGEDÉLYEK ÉS JOGOSULTSÁGOK KORLÁTOZÁSA

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

RENDSZERES BIZTONSÁGI MÁSOLATOK KÉSZÍTÉSE

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

Hogyan használjuk tudatosan a felhőt?

MEGBÍZHATÓ ÉS HITELESÍTETT SZOLGÁLTATÓT VEGYÜNK IGÉNYBE.

Ezek jellemzői a következők:

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

ERŐS HITELESÍTÉS ÉS JELSZÓVÉDELEM:

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

VÉGPONTI TITKOSÍTÁS ALKALMAZÁSA

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

FELHASZNÁLÁSI FELTÉTELEK MEGISMERÉSE

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

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

**BIZTONSÁGI BEÁLLÍTÁSOK
MEGISMERÉSE** és rendszeres felülvizsgálata.



CSATLAKOZZ SZERZŐDÉSES KATONAKÉNT A MAGYAR HONVÉDSÉGHEZ!



KÖZÖSSÉG. CSÚCSTECHNOLÓGIA.
HAZASZERETET.

KEZDŐ ILLETMÉNY:

HAVI BRUTTÓ 737.000 FT

IRANYASEREG.HU/EMBERTAVASRA

