

A múlt, a jelen és a jövő fegyverei

HADITECHNIKA

2019/3

LIII. évfolyam 3. szám

Ára 520 Ft



→ Éves előfizetési díj 8120 Ft





A HONVÉDELMI MINISZTERIUM MŰSZAKI-TUDOMÁNYOS ÉS ISMERETTERJESZTŐ FOLYÓIRATA

2019/3. szám.
LIII. évfolyam

A szerkesztőbizottság elnöke:

Dr. Porkoláb Imre ezredes
(Kormánybiztosi Hivatal)

Elnökhelyettes:

Csinga Mihály ezredes
(MH LK mb. parancsnok)

A szerkesztőbizottság tagjai:

Amaczi Viktor nyá. alz. (HT)

Dr. Balajti István (NATO)

Benkó Imre (HM Currus Zrt.)

Dr. Both Előd csillagász, a MANT elnöke

Dr. Gáspár Tibor nyá. vör. (MKLE)

Gecse János ezds. (MH LK)

Dr. Germuska Pál (MNL)

Dr. habil. Gyarmati József alez. (NKE)

Dr. Gyulai Gábor nyá. ezds. (NKE KMDI)

Prof. Dr. Ványa László ezds. (NKE KMDI)

Prof. Dr. Haig Zsolt ezds. (NKE)

Prof. Dr. Halász László ezds. (NKE)

Dr. Hegedűs Ernő alez. (NKE, TUK)

Kaposvári László Zoltán ddtbk. (MHP LGCSF)

Prof. Dr. Kende György nyá. ezds. (NKE)

Prof. Dr. Kiss Péter (SZIE)

Dr. Koller József ddtbk. (MH 86. SZHB bpk.)

Prof. Dr. Kovács László ddtbk. (MHP HSZ KIB)

Dr. Kovács Vilmos ezds. (HM HIM pk.)

Könczöl Ferenc ezds. (MH 12. ALRE pk.)

Kugler György vez. (HM ArmCom KT ZRt.)

Dr. Németh András örgy. (NKE)

Prof. Dr. Padányi József vör. (NKE tud. rektor)

Prof. Dr. Pokorádi László (NKE, ÓE)

Dr. Rohács József (BME)

Dr. Ruszin Romulusz ddtbk. (HM Miniszteri Titkárság)

Sárhidai Gyula okl. nyá. tanácsos (HT)

Simon Attila ezds. (MH MI)

Prof. Dr. Solymosi József ezds. (NKE)

Szabó Miklós nyá. alez. (HT)

Torma János vez. (Rába JGYK Kft.)

Prof. Dr. Turcsányi Károly nyá. ezds. (NKE)

Varga József

Felelős szerkesztő:

Dr. Hajdú Ferenc
ezredes (MH MI, NKE)

Szerkesztő:

Dürr János Béla MSc (MH MI, TUK)

Szerkesztő asszisztens

(DOI adminisztrátor):

Szivák Petra

Rózsáné Drahos Gabriella

A szerkesztőség postacíme:

Budapest, 1885 Pf.: 25.

Telefon: 398-4586

haditechnika@hm.gov.hu

Kiadja

a Honvédelmi Minisztérium

Zrínyi Térképészeti

és Kommunikációs Szolgáltató Közhasznú

Nonprofit Kft.

Székhely: 1087 Budapest,

Kerepesi út 29/B

Telephely: 1024 Budapest,

Szilágyi Erzsébet fasor 7-9.

Postacím: 1276 Budapest 22, Pf. 85

Telefon: 336-2030, Fax: 336-2035

FÓKUSZBAN

Balajti István: A XXI. századi
radarrendszerekkel szemben
támasztható elvárások

3



Vincze Gyula: KZO kis méretű,
pilóta nélküli felderítő-
célmegjelölő repülőgépes
rendszer

25



Schuminszky Nándor: Verseny
a Holdért. Az Apollo program –
50 év után III. rész

33



Németh Károly: A német LK II
és a svéd Strv m/21 típusú
harcokcsik, valamint magyar
vonatkozásaik II. rész

64



Búcsúszó

2

TANULMÁNYOK

Bognár Eszter Katalin: A magyar
határkerítés korszerűsítése
felügyelet nélküli
szenzorhálózatok
alkalmazásával I. rész

9

NEMZETKÖZI HADITECHNIKAI SZEMLE

Zentay Péter: „Vitézek”
a Vörös téren – Modern
csapatszállítás I. rész

16

Ott István Dániel: Argentín
tengeralattjárók az Atlanti-
óceánon II. rész

29

ÚRTECHNIKA

Végvári Zsolt: Kilopower –
villamos erőmű
a Marson II. rész

39

HAZAI TÜKÖR

Vozsech István: 40x46 LV
gránát rakéta-póthajtással –
egy meg nem valósult
fejlesztés III. rész

43

Kelecsényi István: A harc-
mezők „nagymacskái” –
a Leopard 2-es harckocsi-
család I. rész

47

Hegedűs Ernő – Szivák Petra:
A jövő digitális katonája és
kognitív képességei –
beszámoló a Digital Soldier 2.0
nemzetközi konferenciáról

52

HADITECHNIKA-TÖRTÉNET

Somkutas Róbert: A Magyar
Királyi Honvédség
páncélozott eszközökkel
felszerelt felderítő csapatai
a Barbarossa hadművelet
során II. rész

58

Kelemen Ferenc: A 15 cm-es
1861M gránát története

71

Olvasószerkesztő: Rojko Annamária ■ **Nyomdai előkészítés:** PGL Grafika Bt.

Nyomtatás: HM Zrínyi Nonprofit Kft. ■ **Felelős vezető:** Kulcsár Gábor ügyvezető

A **Haditechnika** kéthavonként nyomtatásban megjelenő folyóirat.

Azonos tartalmú **online kiadváltozatának** hozzáférése:

http://www.honvedelem.hu/haditechnika_magazin/ és <http://www.dimag.hu/magazin/Haditechnika/>.

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

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

Búcsúszó

Kedves Olvasó!

18 és fél év, 107 lapszám, 8860 oldal után búcsúzom a Haditechnika olvasóitól, a munkatársaimtól, a szerzőktől, a lektoroktól és a szerkesztőbizottságtól.

Engedjék meg, hogy néhány mondatban összefoglaljak egy „nagykorúságnyi” küldetést.

2000 végén egy barátom kért fel, hogy vállaljam el a megüresedett Haditechnika főszerkesztői beosztását. Nem mondtam rögtön igent, mert úgy gondoltam, hogy a lapszerkesztés távol áll az elképzelt katonai pályafutásomtól. De a honvédelmi tárca legnagyobb, legolvasottabb folyóiratát vezetni akkora megtiszteltetés, amit nem tudtam visszautasítani. Olyan neves elődök munkáját folytatni, mint Nagy István György, dr. Szentesi György és Amaczi Viktor, borzongató kihívást jelentett számomra. Lekszőnő elődöm Szabó Miklós alezredes úr nagy szeretettel fogadott és a mai napig segítette a munkámat, amit soha nem tudok meghálálni.

A Lapnál a szerkesztő, Sárhídi Gyula képviselte az állandóságot. Beosztottam és tanítómesterem szakmáshoz és a Haditechnika iránti alázatra nevelt. Büszke vagyok arra, hogy közös munkánk során a régi értékek és az új módszerek harmóniájában folyamatosan tudtuk fejleszteni a Lapot. Több év alatt elértük, hogy olvasóink jó minőségű papíron, színesben nyomtatott – külsejében is friss kiadványt vehessenek kezükbe. Háromhavi periodikából, kéthavi folyóirattá változtunk. Értékes különszámokat adtunk ki és (bár csak rövid ideig) Haditechnikai füzetek néven új kiadványt alapítottunk. Elindítottuk a Haditechnika internetes felületét, amely a folyóirat teljes archívumát tartalmazta, ugyanakkor aktuális hírekkel is ellátta az érdeklődőket. A napi 2000 látogató nagy siker volt, de három év után, gazdasági okok miatt, az akkori tulajdonosi jogokat gyakorló kiadó megszüntette. Az ismeretterjesztő funkció megtartása mellett, elértük és folyamatosan tartjuk az MTA B kategóriás szakterületi minősítését. Erőfeszítéseink nyomán az archívum ma ismét elérhető a digitális térben, és lapunk immár saját Facebook oldallal is rendelkezik.

Kölyökkoromban a nagykorú Szabó Károly könyvtárban találkoztam először a Haditechnika tengeralattjárókról, robotrepülőgépekről, régi és új harci repülőkről szóló írásaival. E rendkívül izgalmas olvasmányélményeimnek jelentős szerepe volt abban, hogy a katonai pályát választottam. A Lap küldetése azóta sem változott: bemutatni az újat, nem elfeledkezve az előzményekről, a lehető leghitelesebben, az érthető olvasókat kiszolgálva.

De a világ halad, és az új kor új követelményeket támaszt. Vitathatatlanul új módszerekre van szükség az értékek megtartása mellett. Úgy gondolom, nem hoztam szégyent elődeimre és egy jól működő, sikeres lapot hagyok utódaimra. Új beosztásom mellett a felelős szerkesztői felelősséget már nem vállalhatom, és jó szívvel hagyom ezt a gyönyörű küldetést egy fiatalabb „harcosra”.

Sok új és érdekes kihívás vár a szerkesztőségre. A Zrínyi 2026 honvédelmi és haderőfejlesztési program haditechnikai elemeinek bemutatásában oroszánrészt kell vállanunk. A természettudományok szinte teljes vetületével érintkező haditechnikai ismeretek minden elemét meg kell mutatnunk a múlt, a jelen és jövő idősíkjában, a világ minden or-



szágából, a tengerek mélyétől a világűr magasságáig. És a Zrínyi 2026 után is van élet. Kiemelt figyelmet kell fordítani azon kutatások bemutatására, amelyek a következő évtizedek Magyar Honvédségének haditechnikai képességeit hivatottak megcélózni. Ehhez kívánok Erőt, Egészséget, mély szakmai elhivatottságot, kitartást, a Szerkesztőbizottságtól sok támogatást.

Kedves Alkotótársaim!

Köszönöm azt a mérhetetlen bizalmat, amellyel kézirataitokat, mint lelketek egy darabját rám bízátok. Mindig azzal a szándékkal vettem munkába műveiteket, hogy a megjelenő publikáció kicsit több, kicsit jobb legyen, de semmiképpen ne rosszabb az eredeténél. Számatlan vitát indítottunk szerző – szerkesztő – lektor hármaszögben ezzel a céllal. Hitem szerint lapunk kiváló tükre a közös munkának, megjelent anyagaink mindig a korrekt tájékoztatásra törekedtek. A szakmai együttműködések egy része napjainkra személyes barátsággá érlelődött.

Kedves Olvasó!

Köszönöm évtizedes figyelmét. Köszönöm azt a fanatizmust, amivel lapszámról lapszámra kikövetelte, hogy kedvenc témája a HT rovat szerkezetének része legyen. Köszönöm kritikáit, amelyekből mindig igyekeztem tanulni. Köszönöm a biztatását, amely nélkül nem tudtam volna 18 és fél éven keresztül felelősséggel szerkeszteni kedvenc Lapunkat. Higgyék el, élveztem minden percét!

Dr. Hajdú Ferenc mk. ezredes,
a Haditechnika volt felelős szerkesztője

Balajti István*

A XXI. századi radarrendszerekkel szemben támasztható elvárások

Rendszerintegrálási alapok és a radarok zavarvédelmének kapcsolata

BEVEZETÉS – A TÉMA ÁTTEKINTÉSE

A cikk célja, hogy a legperspektivikusabb légtérelőrző radarrendszer-elemek performanciáin (antennajellemzők, zavarvédelem stb.) keresztül bemutassa a rendszerrel szemben támasztható elvárásokat. A szerző több mint 17 éve az ügynökség dolgozója, ennek ellenére, a tanulmányban leírtak kizárólag a szerző saját meglátásait és véleményét tükrözik. A XXI. század radarrendszerei egyesítik magukban a már üzemelő passzív és aktív radarok sajátosságait és kiterjesztik az alkalmazási területeket. [1] Ennek ára, hogy az új „RF hálózatközpontú” radarrendszer egyedi szenzorjai megfelel ECCM (Electronic Counter-Counter Measures) vagy újabban EPM (Electronic Protective Measures) rendszerekkel és kommunikációs interfészekkel rendelkezzenek, amelyek lehetőséget biztosítanak az

egyes szenzorok performanciájának rejtett, és a lehető legteljesebb kihasználására pl. az aktív zavaró adók alkalmazásának területein. [2, 3] Tételezzük fel, hogy a legmodernebb légtérelőrző radarok már rendelkeznek digitális, a környezethez és a katonai elvárásokhoz kognitív módon alkalmazkodó adaptív antennanyaláb kialakításai lehetőségekkel, képesek a légtér hullámterjedési együtthajtóit meghatározni és a mérési elvárások optimális értékére beállítani, valamint rendelkeznek az egyedi radarplatformok „kiterjesztett határfokú” és szélessávú ECCM/EPM rendszereivel. Ha ez megvalósul, a modern radarba csak a „RF hálózatközpontú” radarrendszerhez való csatlakozási interfészt kell beépíteni. Ugyanakkor a „RF hálózatközpontú” rendszer természetbarát, így költséghatékony megoldásokat találhat a már üzemben lévő radarok integrálására. Ennek célszerű módja a meglévő radarok ECCM/EPM ké-

1. táblázat. A légtérelőrző radarantennák jellemzői

PARAMÉTER	RADARTÍPUS			
	P-14	Kaszta-Parol	P-37	RAT-31D
Ant. diagram	Magas/Alacsony	Magas/Alacsony	5 × tűnyaláb	Komb. tűnyaláb
Ant. erősítés [dB]	Közepes (> 20)	Közepes (> 30)	Nagy (> 35)	Nagy (> 35)
Pillanatnyi BW / Ant. BW [MHz]	Kicsi (< 1) Közepes (< 100)	Kicsi (< 1) Közepes (< 200)	Kicsi (< 2) Nagy (> 400)	Nagy (> 2) Nagy (> 200)
Frekvenciatartomány / Polarizáció	VHF/H	UHF-L/H-V	S/V-Circ.	L/H

Rövidítések: Ant. – antenna, BW – sáv szélesség

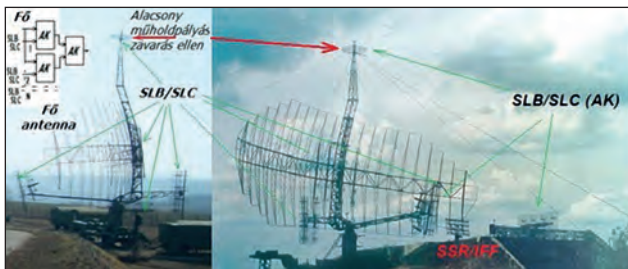
ÖSSZEFOGLALÁS: A XXI. század korszerű légtérelőrző és légvédelmi rendszerei számára alapvető elvárás a radarok zavarvédelmének kiterjesztése és rendszer szintű, a ma alkalmazott megoldásoknál hatékonyabb módszerek bevezetése. Erre azért van szükség mert a környezeti elektromágneses interferencia néhány frekvenciasávban jelentősen megnövekedett, ugyanakkor katonai eszközök esetén joggal feltételezhető, hogy a korszerű aktív zavaródk hatékonyan képesek semlegesíteni az egyedi radarokat. A cikk a mobil radarok, mint rendszer alapelemek műszaki sajátosságaival, az elektronikai védelem antennához kapcsolódó lehetőségeinek bemutatásával és az „RF (rádiófrekvencia) hálózatközpontú” üzemeltetés elvárásaival foglalkozik. Összegzésre kerülnek a szoftver radar logisztikai biztosítás napjainkban még csak alig érzékelhető kihívásai.

KULCSSZAVAK: rádiólokátor, passzív radar, RF hálózat központú radarrendszer, aktív zavarvédelem – ECCM

ABSTRACT: It is essential requirements of a modern air surveillance and air defense systems in the XXI century to expand the ECCM (Electronic Counter-Counter Measures) performance of the individual radars at the radar systems level, and to introduce more efficient methods for today's solutions. This is necessary as environmental electromagnetic interference/smog has increased considerably in some frequency bands. While, in the case of military devices, it can be reasonably assumed that advance jammers can effectively override the radar's Electronic Protection Measures (EPM). This study deals with the technical features of mobile radars as basic components of radar systems, examines the antenna-related ECCM capabilities of the radars and performance, and the "built-in" requirements of the „RF Network based” operation. It summarizes the software radar logistics insurance in the days of exploring the challenges that are still barely perceived.

KEY WORDS: radar, passive radar, RF network centric radar systems, Electronic Counter-Countermeasures

* Vezető mérnök, Hírközlési, Légi és Rakétavédelmi Program Mérnöki Támogató Osztály; NATO Beszerzési Ügynökség ORCID: 0000-0003-3566-2904



1. ábra. A Tall King (P-14, Oborona) radar antennarendszere az SLB-SLC antennákkal

pességeinek kihasználása, illetve ezeknek az új elvárások szerinti kiépítése. Az 1. táblázat összefoglalja a Magyar Honvédség számára rendelkezésre álló radarantennáknak az „RF hálózatközpontú” rendszer szempontjából is kihasználható főbb paramétereit.

Az 1. táblázat megmutatja, hogy a radarantenna – a leg-hatékonyabb térbeli szűrőként – eszközein keresztül milyen lehetőségekkel rendelkezik a továbbfejlesztésre. A radarok zavarvédelmének legfontosabb eszköze a kombinált oldalnyaláb-blankolás – oldalnyaláb elnyomás (Side Lobe Blanking – Side Lobe Cancellation), ahol az SLB a nagyteljesítményű rövid impulzusokat „blankolja”, míg az SLC a nagykitöltési tényezőjű zajzavar típusú zavarok irányában csökkenti a radarantennán vehető jelek erősségét. (Orosz terminológia szerint SLC = AK – Autokompensátor.) Az ECCM/EPM antennák elhelyezésére látható példa az 1. ábrán.

Az SLC modul akkor működik hatékonyan, ha a rendszer kimenetén a zajzavar teljesítménye elhanyagolhatóan kicsi, míg a céltárgyakról visszaverődött impulzusok teljesítményét nem csökkenti. Így az SLC rendszer arra „törekszik”, hogy teljesüljön az alábbi feltétel:

$$\dot{F}_0(\theta_j) + \sum_{i=1}^N \dot{K}_i \dot{F}_i(\theta_j) = 0$$

ahol:

$\dot{F}_0(\theta_j)$ – A referens/bázis radarantenna-diagram komplex függvénye;

$\dot{F}_i(\theta_j)$ – Az „i” radarantenna komplex függvény performanciája a „j” zavaró adó irányokban, $j = 1 \dots M$;

$\dot{K}_i$ – Az „i” radarcsatorna átviteli függvénye komplex korrelációs tényező, a referens/bázis radarantennához viszonyítva.

A zavarelnyomási tényező („K”) a vizsgált rendszer bemeneti és kimeneti jelteljesítményeinek arányából származtatható:

$$K = \sigma_{in}^2 / \sigma_{out}^2 = 1 / (1 - |\rho|^2)$$

ahol: „ ρ ” komplex korrelációs tényező.

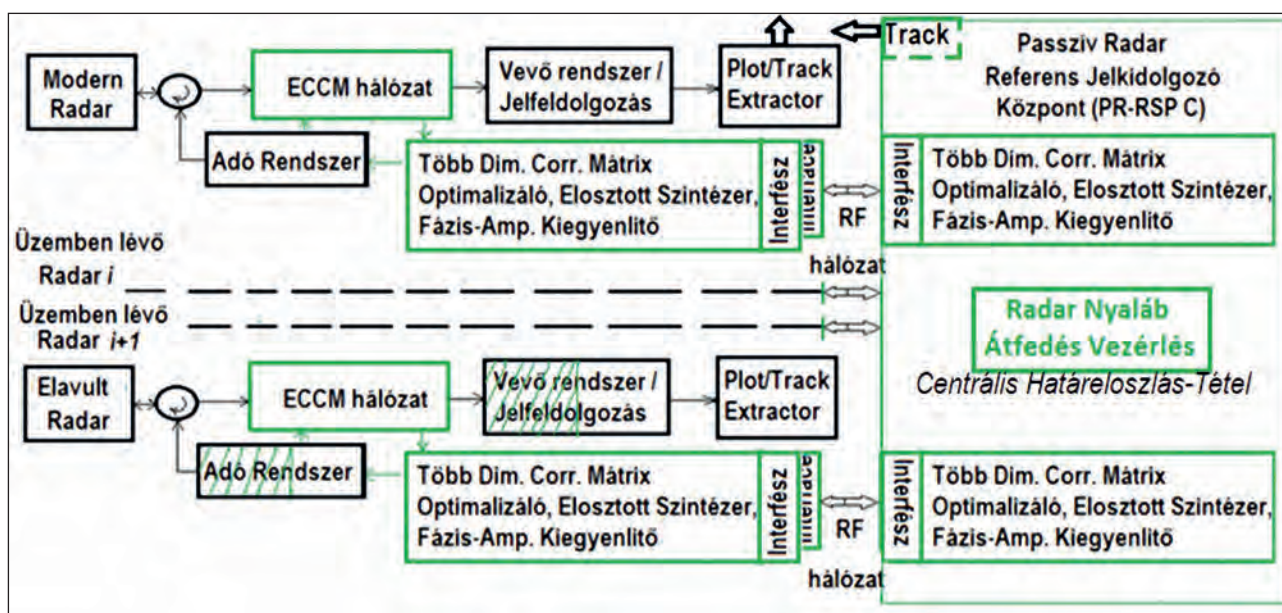
Ismert, hogy a korrelációs tényező („ ρ ”) a vizsgált rendszer bemeneti és kimeneti jelek közötti lineáris kapcsolat arányából számítható ki. A korrelációs időintervallumra vonatkozó vizsgálatok egy részét (pl. a jelek integrálása, a fázisvezérelt antennák, a passzív és aktív zavarelnyomás eseteiben) közzé tették a szakirodalomban, de az ismeretek radarrendszer-integrálási szempontokat meghatározó jelentősebb hányada napjainkban még nem publikus. Ezért előfordul, hogy a radarrendszerek gyártói és a vevők értelmezése eltér abban, hogy mit tekintünk a radarrendszer bemeneti és kimeneti jelfolyamának. Példaként vegyünk egy SLB-SLC alapú zavarvédelmi rendszert. (Lásd 1. ábra.) Adott, a 20 dB-es zavarelnyomási elvárás, amelynek eléréséhez $\rho = 0,99$ korrelációs érték realizálása szükséges,

amely már a 1970-es évek radartechnológiai szintjén is megvalósítható volt. Ugyanakkor a 40 dB-es zavarelnyomási érték eléréséhez $\rho = 0,9999$ korrelációs értéket kell biztosítani, amely még napjaink technológiai lehetőségei tükrében is komoly kihívás. (Sőt, néhány gyártó a radarok zavarelnyomását 50 dB vagy e fölötti értékben adja meg.) Miért és hogyan lehetséges ez? A válasz egyszerű, ha csak a jelfeldolgozó egység bemenete és kimenete közötti jelteljesítmény értékekkel számolunk, mivel a felhasználó nem írta elő, hogy a környezeti rendszerhatások kompenzálásáért (pl. antenna-, adórendszer jelstabilitás hőmérséklet függése, hullámterjedési sajátosságok) a gyártó a felelős. A korrelációs együtthatók 1-hez nagyon közeli értékeit azért nehéz biztosítani, mivel értéke eleve behatárolt az adó- és vételi rendszer jelátviteli függvénye, az RF egységek linearitása, dinamikája, a párhuzamosan üzemelő csatornák egymásra hatása és a hullámterjedési közeg változásának paraméterei által.

A lehetőségeket tovább rontják a környezet és a céltárgy által okozott torzítások és az a tény, hogy a vevőrendszer és a jelfeldolgozás performanciája szintén véges. A felsorolt hatások mellett a zavaró jelek szűrését az állócélok és külön az aktív zavarforrások korrelációt rontó hatásai is csökkenthetik. Ezért minden radartípusra igaz a megállapítás, hogy külön kell mérni, értékelni és kalibrációs módszerekkel maximalizálni az adórendszer, a jelterjedési utak, a céltárgy és a vételi csatornák által biztosítható korrelációs értékeket és ezek megvalósíthatóságának gazdasági vonzatait. Egy adott radarrendszer által elvárt korrelációs tényezőt gyakori alrendszer- és rendszer-kalibrációs mérésekkel folyamatosan pontosítani kell. Napjainkra ezt minden komolyabb radargyártó cég alkalmazza, hiszen a korszerű radarrendszerek működéséhez elengedhetetlen feltétel a korrelációs együtthatók értékének pontos mérése, és ha szükséges az eltérések (jelkésések, torzulások és fáziscúszások) korrigálása. A kérdés csak az, hogy a gyártók által ajánlott rendszerek a valóságban, milyen korrelációs tényező/együttható értéket tudnak realizálni, és ezt az értéket milyen hosszú ideig lehet fenntartani a radar élettartamciklusa alatt? Miért kell erre fokozott figyelmet fordítani? Mert az Adójel teljesítményparamétereit meghatározó jellemzők az adó átlagteljesítménye, az adóantenna nyeresége a mérés irányában, adóoldali átviteli veszteség (tápvonalak, antenna), az adó és a céltárgy közötti hullámterjedési tényező, valamint az adórendszer által biztosított koherens jelfeldolgozás időtartama (n – impulzus szám/jelfeldolgozási ciklus esetére), ha kismértékben is, de az üzemeltetés során változik. A Céltárgyhoz kapcsolható tényezők a céltárgy hatásos keresztmetszete/fluktuációja a radar üzemeltetési frekvenciáján az adó, a céltárgy és a vevőpontok közötti távolság, valamint a polarizációs együttható a céltárgy típusa és mozgásparaméterei függvényében változnak. A Vevőrendszerhez kapcsolható tényezők a vett jel teljesítményparamétereit meghatározó jellemzők, a vevőantenna nyeresége a mérés irányában, a vevőrendszer zajteljesítménye, a céltárgy és a vevőpont közötti hullámterjedési tényező, a vevő és a jelfeldolgozás által biztosítható koherens jelfeldolgozás-időtartam, valamint a vevőoldali jelátviteli veszteségek, amely értéket az elektronikai harc körülményei jelentősen növelhetnek, szintén dinamikusan változó paraméterek.

További lényeges követelmény, hogy a kalibráció beállítására vonatkozó elvárásoknak úgy kell megfelelni, hogy észrevehetően ne csökkenjen a radarrendszer fő feladataira, a céltárgy paramétereinek mérésére fordítható idő.

A 2. ábra az „RF hálózatközpontú” radarrendszer működéséhez szükséges interfész struktúrát mutatja be. Alapve-



2. ábra. „RF hálózatközpontú” – kvázi – monostatikus rendszer radar interfészének struktúrája

tő elvárás, hogy a rendszerbe kapcsolt valamennyi radar továbbra is biztosítsa a jelenlegi üzemeltetéshez szükséges plot/útvonal adatformátumok küldését az adatfeldolgozó központba. Ezen a területen nincs változás. A modern 4-k 5-k generációs radarok – egyben az új rendszer referencia radarjai – rendelkeznek a rendszerintegrálást biztosító interfésszel. Ugyanez a blokk/interfész megtalálható a Passzív Radar Referencia Jelkidolgozó Központban (PR RSP C – Passive Radar Reference Signal Processing Centre). [1] Ezen és a kialakított kalibrációs hurkokon keresztül szinkronizálható a rendszer működéséhez szükséges „több dimenziós korrelációs mátrix”, az „elosztott szintézervezérlés”, valamint a vett jelek amplitúdó-fázis kiegyenlítése. A szabványos interfészt minden radarba, és/vagy a rendszer részét képező aktív zavaró rendszerbe beépítik.

Az interfészek száma megegyezik a hálózatba kapcsolt radarok számával. A központi vezérlés számára kiemelt jelentősége van a „radarnyaláb átfedés-vezérlés” munkafunkciónak, mivel itt jelölik ki azokat a térrészeket, légtér-ellenőrzési fő irányokat, amelyek kiemelt „figyelemben” részesülnek. Ezeken a térrészekben a céltárgyak az átlagosnál nagyobb valószínűséggel és gyakrabban detektálhatók, valamint a nem együttműködő repülő eszközök azonosításához kiegészítő információ gyűjthető. A légtérben zajló folyamatok változása: a repülési útvonalak, az aktív-passzív zavarhelyzet, a hullámterjedési tényezők 70-80%-ban „normál eloszlás függvény” szerint írhatók le. Ugyanakkor az esetek 20-30%-a ettől eltérő, a vezetés számára kiemelten fontos folyamat. A „centrális határel-oszlás tétel” algoritmusával folyamatosan értékelhetők a légtérben megjelenő az „átlagostól” eltérő folyamatok, amelyek elősegítik a döntések időbeni kidolgozását, saját tevékenységünk rejtését. A rendszer kihasználhatja és maximalizálja a már üzemben lévő radarok performanciája nyújtotta lehetőségeket, és teret kínálhat az aktív fázisve-zérelt antennák aktív zavarásra történő alkalmazási lehetőségeinek kiterjesztésére. Ez akkor lehet hatékony, ha a radar ECCM/EPM rendszerét teljesen feljavítják, új üzemmódokat alakítanak ki, pl. lecsökkenthető az antenna forgási sebessége, amely által jelentősen növelhető a céltárgyakra fordított megfigyelési idő és/vagy növelhető a zava-

ró teljesítmény. Ez néhány esetben részleges adó- és vevőrendszer modernizációt is magába foglalhat. A „passzív radar referens jelkidolgozó központ” a kiértékelt jelentésekből fél másodperces gyakorisággal útvonalakat képez, amelyeket elküld a központi harcálláspontokra. A hatékony „RF hálózatközpontú” radarrendszer kiépítése szempontjából a mobil radarrendszerek határozzák meg a rendszer referenciaadatait, ezért ezek lehetőségeit részletesebben elemezni szükséges.

A MOBIL RADAROK PERFORMANCIÁJA

Mobil radarok legfontosabb performanciáit és árát a mobilitással kapcsolatos követelmények határozzák meg. Ezek többek között: a telepítési és bontási idők, (rendszerektől függően 10-60 perc), a légi helyzet adatfrissítés gyakorisága, amely általában 2-12 s között választható.

A követelmények teljesíthetőségének érdekében a gyártók kompromisszumok megkötésére kényszerülnek a felhasználókkal, hiszen kisebb tömegek mozgatása és kiszolgálása egyszerűbb és könnyebben megoldható. Ennek következtében az antennaméretek, az adóteljesítmények

3. ábra. A TRML-3D radar antennarendszerének telepítése





4. ábra. Izraeli gyártmányú S-sávú mobil radar

jelentősen kisebbek, mint azonos családba tartozó és azonos funkcionális elemeket tartalmazó fix telepítésű társai. A 3. ábrán látható TRML-3D radar megfelel ezeknek a követelményeknek, a C frekvenciasávban (5-6 GHz) üzemel, ezáltal kihasználja a magasabb frekvenciataromány antennanyereségében, mérési pontosságban jelentkező előnyeit. 200 km-en belül képes detektálni és követni a kis magasságú légi célokat. A kétfős kezelőszemélyzet 300 méter távolságból távkezel.

Új képességeiben megnövelt verziója TRML-4D néven 2020-ban kerül az első megrendelőhöz. Hasonló műszaki paraméterekkel rendelkezik a svéd SAAB által gyártott Giraffe 4A radar, amelynek nagyobb teljesítményű változata a Giraffe 8A is megrendelhető. A SAAB rendszerek moduláris szoftverstruktúrája, Björn Engström szerint lehetőséget biztosít egy modern VHF frekvenciasávban üzemelő radarrendszer család gyors kidolgozására. [4]

A 4. ábrán látható S-sávú, vízszintes antenna polarizációt alkalmazó mobil radar telepítési ideje hosszabb, mint a TRML-3D radaré, de ezért cserébe polgári vontatók használhatók a radar áttelepítéséhez. A szabványos konténerek alkalmazása a berendezések és az antennarendszer elhelyezésére jelentősen csökkenti a fenntartási költségeket. [5]

Itt kell felhívni a figyelmet arra, hogy a mobil radarrendszerek legfontosabb rendszertechnikai kérdésköre a másodlagos rádiólokációval (SSR – Secondary Surveillance Radar) megoldott saját-idegen felismerő berendezések (IFF – Identification Friend or Foe) rendszerbe integrálásának mikéntje. A 4. ábrán látható SSR/IFF berendezés megfelel a minimális elvárásoknak, amelyeket a feladat ellátásához szükséges adóteljesítmény, vevőérzékenység, oldalszögben 10–45°, míg helyszögben 20–50° félteljesítményű antenna iránykarakterisztika jellemez. A céltárgy-azonosítás, Mode-1, Mode-2, Mode-3/A, Mode-3C, Mode-S, Mode-4 és Mode-5/nemzeti, a polgári légi forgalomban használt frekvenciákon történik, és hagyományos PSR, valamint SSR/IFF plot és/vagy útvonal alapon kerülnek egyesítésre és továbbításra a harcvezetési központba.

VHF-SÁVÚ MOBIL RADAROK

A 5. ábrán az ukránok által modernizált P-18/2000 VHF sávban üzemelő radar látható. A legfontosabb gyári adatok: maximális céltárgy detektálási távolság 250 km, a céltárgy oldalszög mérési pontossága: 0.4°, az oldalnyalábon keresztül érkező aktív fehér zajzavar elnyomása 25 dB, passzív zavar, álló célok, chaff, elnyomás 40 dB, átlag adóteljesítmény 800 watt (16 kW impulzusban), jelkompresszió.

Kiemelt jelentősége van a tartóoszlopon látható, fixen rögzített négy kisegítő vízszintes polarizációt alkalmazó antennának, amelyek feladata a főantenna hátsó és oldal-



5. ábra. Ukránok által modernizált P-18/2000 VHF radarmérőpont

nyalábjaiban vett jelek detektálása a radar aktív zavarvédelmi rendszerei SLB-SLC számára. Ezt a módszert a cseh Retia cég is átvette és a vietnámi légtérelenőrzés is rendszeresítette. A kép közepén a radar holtkúpja irányából érkező (LOS vagy drónokra szerelt) zavaró adók jeleinek szűrésére szolgáló segédantenna látható.

A 5. ábra bal alsó sarkában található SSR/IFF berendezés ugyanazokat a feladatokat teljesíti, mint a 4. ábrán bemutatott műszer, mégis az antennarendszer nyeresége néhány százszor nagyobb, szélesebb frekvenciasávban áthangolható és kiegészítő antennákkal van ellátva. (A Magyar Honvédség 1990 elején közel félszáz, az itt bemutatottéhoz nagyon hasonló, SSR/IFF berendezéssel rendelkezett.) Vajon mi célból van/lehet erre szükség? A kiegészítő antennák és az üzemi frekvenciasávok áthangolása egyértelműen az aktív zavarvédelem lehetőségeit terjeszti ki és határfokának növelését szolgálja. Ugyanakkor a nagy antennanyereség arra utal, hogy a SSR/IFF rendszer primer radar feladatokat is ellát. Miért célszerű ez? A SSR/IFF rendszerek függőleges polarizációjú és komplex modulációval rendelkező nagyteljesítményű impulzusokat használnak az IFF feladatok ellátására. Ezeknek a jeleknek a kihasználása primer rádiólokációs feladatokra jelentősen kiterjeszti az egy települési helyen található radarok mérési szabadságfokát, zavarvédelmet, hiszen polarizációban, frekvenciában és jelkompresszióban eltérnek a primer radarok vízszintes polarizációjú antennáinak jelfeldolgozásához képest. Egy ilyen rendszert megnövelt SNIR, adat- és jelfeldolgozás lehetőségek és a célról származó gyakoribb jelentések jellemeznek. Természetesen ez az új üzemmód nem csökkenti a SSR/IFF feladatok performanciáját, hiszen a szekunder és primer radarjelek a koherens jelfeldolgozással párhuzamosan történnek.

A METEOROLÓGIAI RADAROK LEHETŐSÉGEI

Az időjárás-radarok új nemzedékének megvalósításán dolgozik Kurt Hondl és csapata, akik a nagyteljesítményű, nagyon tiszta jel-előállításal és jelfeldolgozással rendelkező, párhuzamosan két polarizációt használó fázisvezérelt antennák előnyeinek kihasználásában látják a jövőt. [3] Az új S-sávú radar közel 5000 adó-vevő modul tartalmaz, 24 párhuzamosan üzemelő vízszintes és függőleges polarizációt alkalmazó adó-vevő alrendszerbe szervezve. Az elektromosan mozgatott iránykarakteristikák helyszögben 40-60°-os térrészről 2-3 másodpercenként képes megbízható időjárás és atmoszféra állapotjellemzőket szolgáltatni. A radar

még nincs kész, de már a mostani eredmények is nagyon biztatóak az időjárással kapcsolatos információk tekintetében és a nagyon kis radarkeresztmetszettel rendelkező célok detektálásában. A mérési adatok feldolgozásával kapcsolatos eredmények egyre pontosabb kiértékelésével talán új felhasználási terület nyílik a lopakodó/nagyon kis visszaverő felülettel rendelkező repülőeszközök által keltett turbulencia jelenségek kimutatásában. Ez a megoldás, ha működik, hasonló a tengeralattjárók periszkópja által keltett hullámok detektálása és útvonalba fogása technikához, amikor magát a periszkópot nem látjuk. Itt kell megjegyezni, hogy meglévő radarjaink is képesek időjárási adatok szolgáltatására, csak az információ kinyerésének mikéntjét kell megoldani. Ez előírható pl. az „RF hálózatközpontú” radarrendszer ECCM/EPM alrendszer követelményeiként.

A KRASUKHA PASSZÍV RADARRENDSZER

A 6. ábrán látható Krasukha-4 EW – elektronikai harc és passzív radarrendszer-mérőpontok az orosz-ukrán haditechnika eredményei. Gyorsan, menetből telepíthető, több frekvenciasávban különösen kifinomult méréstechnikával rendelkeznek, elődjéhez, a Kolchuga passzív radarantenna-rendszerhez képest [1] a továbbfejlesztett antennarendszerek, egymástól 60–80 dB izoláltak, és ezáltal jelentősen növelhető az elvárt korrelációs együttható érték. Ezáltal a rendszerzavaró performancia, az összetett modulációs módok, a csúcsteljesítmény és az antennanyaláb-iránybeállítás hatékonysága növelhető. A passzív rendszereknél szokásos módszerhez hasonlóan a középső antennaárbócra sűrűn egymás mellé telepített, széles frekvenciasávot lefoglaló elektromos antenna iránykarakterisztika vezérléssel antennaelemek találhatók. Így 360°-os oldalszög-tartományban párhuzamosan gyűjthető és értékelhető az RF spektrum. Az „érdekesebb RF jelenségek” adott szektorokban nagy nyereséggel rendelkező és monopulzusos rendszerben üzemelő antennák jeleivel részleteiben, nagy felbontással vizsgálhatók. A mért jeleket/adatokat helyben és központilag kiértékelik, illetve feldolgozzák, és ha cél-szerű, zavaró adóként is üzemel.



6. ábra. Orosz gyártmányú mobil EW – elektronikai harc- és passzív radarrendszerek (Krasukha-4)

A KORSZERŰ RADARRENDSZEREK BESZERZÉSÉNEK ÉS FENNTARTÁSÁNAK PROBLÉMAKÁJA

A világ legnagyobb katonai logisztikával foglalkozó ügynöksége az NSPA, amely 60 éve gyűjti a katonai berendezések, és azok logisztikai támogatásával kapcsolatos ta-

pasztalatokat. Fő megrendelői – fontossági sorrendben – a NATO katonai vezetése, a NATO-tagállamok, a partnerség a békéért országok és néhány, a NATO számára különleges státusszal/kapcsolattal rendelkező ország. A légvédelmi program szakemberei a NATO országokban rendszersített radarok performanciáit 1997 óta rendszeresen mérik.

A haditechnikai berendezések/eszközök fejlődésével a beszerzési harcászati-műszaki elvárások és a logisztikai támogatás mikéntje folyamatosan átalakuláson ment és megy keresztül. Régebben, és bizonyos rendszerek esetén még napjainkban is, a meghibásodások egyszerűen kezelhető módjai dominálnak. A szoftver-megoldásokkal nagyon kis mértékben támogatott sok cserélhető modul, működési egységet, alrendszert tartalmazó eszközök javítása és a magasabb szakmai szintet igénylő feladatok megoldása álló műszaki gárdával. Még néhány évvel ezelőtt is a radarok alapvetően modul szintű részegységekből tevődtek össze, amelyek jelentős részét a „kisegítő” áramellátó, hűtő/fűtő és antennaforgató rendszerek tették ki. Már ebben a konstrukcióban is a beépített szoftver megoldások logisztikája döntő jelentőséggel bírt. Később a radarokhoz rendszersített személyi állomány csökkenésével, a szoftver alapú megoldások térnyerésével előtérbe kerültek az integrált logisztikai támogatás módszerei, ahol helyben csak modul/egység szintű cserék és az előírt karbantartási ciklusok elvégzése az elvárás. A modulok javítása és a magasabb szakmai szintet igénylő feladatok megoldása a gyártó feladata. A gyártó által biztosított teljes körű logisztika, elvárásként folyamatosan terjed a légtérrel ellenőrző rendszerekbe beépülő IT-alapú megoldások növekedésével. E módszer kézenfekvő előnye, hogy a kezelőállomány jelentősen csökkenthető, de annak képzettségi fokát fent kell tartani. (A kezelő a szoftveres beállításokat használja, de azt tudnia kell, hogy ez milyen hatással van a radar performanciára.) Hátrányként szokás említeni a vállalat rendkívül magas rendelkezésre állási költségeit, a szerződésen kívüli, jogilag nem egyértelmű feladatok idő- és költségvonzatait, a nem tervezett feladatok nehezen becsülhető extraprofit hányadát és a gyártó cég esetleges csődjét. A problémák érzékelésére jó példa a radar környezetében érvényes hullámterjedési tényező meghatározása és a radarba történő bevitelének módja. A helyi információforrásokkal pontosított hullámterjedési tényező, amely értékek légkör, időjárás és magasság szerint változó adatok, radarjel-feldolgozásba való bevitelére lehet kézi vagy automatikus. A kézi adatbevitel egyszerű, gyakran alkalmazzák, de nem hatékony. Az automatikus bevitel interfészre vonatkozó elvárásokat viszont előre a felhasználónak kell meghatározni és az adatokat az élet-tartam-ciklusra vonatkozóan biztosítani. Kérdés kinek kell felelnie? A kockázatok csökkentésének célszerű módja, ha nemzetközi tender keretében részletes szabályozzák az átvételi performanciák tesztelésének módjait, a berendezés logisztikájával kapcsolatos elvárásokat, beleértve a kezelőszemélyzet számát és képzettségét, a javító-készletek mennyiségét, feltöltöttségét, az üzemeltetési/kiképzési segédanyagok minőségét és a gyári beavatkozások elvárásait. Ennek ellenére a hazai kapacitásokat célszerű valamilyen formában fenntartani, hiszen a berendezésgyártók a katonai alkalmazási módokat, a továbbfejlesztési elvárásokat nem adják meg. A radarrendszerek 70-90%-a szoftver és IT-rendszer alapú, amelyet úgy kell 15-20 évig felelősségteljesen üzemeltetni, hogy az IT-rendszerek performanciája 1-2 évente duplázódik. A cserére szoruló COTS (polcról levehető) IT-termékek/eszközök rendszerbe illesztése még az eredeti gyártó által is rendkívül költséges és kockázatos. [3] A szerződés meg-



kötése után általában 5-8 évvel jelentkező jogos katonai fejlesztésekről, modernizálásról szóló megállapodásokat csak az eredeti csak az eredeti szerződő féllel kell/lehet megkötni, ahol az új katonai elvárások teljesítése egy nagyon profitorientált cég vezetésének kezében van. Ezek alapján rendkívül kockázatos feladat a berendezések élet-tartam-ciklusra, 15-20 évre szóló gyártó általi támogatás feladatainak és a tender kiírásának megfogalmazása. Egyes nemzetek pl. az osztrákok, a kockázatokat az által csökkentik, hogy ragaszkodnak a berendezések modul-szintű javítási képességeinek és az IT-támogatás hazai bázisának, legalább SW modul szintű megteremtéséhez és gyártó általi támogatásához.

Az interneten fellelhető adatokból ismert, hogy a TRML-3D radar ára 10-12 millió euró, mint a legtöbb mobil radaré, amely jól megfogalmazott hasonló harcászati-műszaki paraméterekkel rendelkező nemzetközi tender eredménye. [4] Egyedi, tender nélküli vásárlások esetén az ár elérheti a 14-15 millió eurót. [6] A passzív radarrendszerek ára, három mérőponttal számolva, a 2. ábra és a kiépítettség elvárásai függvényében 10-40%-a mobil radarok árának. A VHF radarok költségei harmada/ötöde a hasonló feladatok ellátó L- és S-sávú társaikénak.

Minden ország jogosan várja el, hogy nagy értékű beszerzéseiben a nyertes fél minimálisan a vásárlás értékének 30%-ában hozzájáruljon a hazai ipar fejlesztéséhez. Így minden esetben előtérbe kerül a pénzügyi gazdasági elvárások politikai vetülete. Jogosan merül fel a kérdés, hogyan, milyen módszerekkel lehet a beszerzés kockázatait, árát csökkenteni és a kiépítendő radarrendszer indulási harcászati-műszaki paramétereit, a 15-20 évre számolt logisztika megbízhatóságát, hadrafoghatóságát és az esetleg felmerülő új követelmények beépíthetőséget maximalizálni.

Tapasztalatok szerint ennek legjobb módszere, ha a vásárló el tudja hitetni magáról és professzionális módon tudja, mit akar harcászati-műszaki és az élettartam ciklus vonatkozásaiban, elvárásai a kor színvonalán állnak, rendszerben gondolkodik és csak olyan elvárásokat támaszt, illetve fogalmaz meg, amelyeket átvételkor pontosan ellenőrizni tud. Komoly előnyök származhatnak abból, ha a tenderkiírás teljesítése, referenciaként jelentősen emeli a kivitelező presztízsét. Ilyen, ráadásul reális és költségkerekteken belül megvalósítható kihívásokat támasztani csak olyan szakemberekkel lehetséges, akik a valóságban is ismerik a radarok légvédelmi rendszer performanciáit és a korszerű, közeljövőben is hatékony elvárásokat. A szerző szerint ennek legjobb módja egy olyan nemzetközi tender megfogalmazása, ahol a legjobb értékáránnyal rendelkező ajánlat dönt és a döntés a harcászati-műszaki követelmények (pl. 50%, amelyből legalább 20% hazai beszállítói hányad), logisztika (25%, amelyből legalább 10% hazai beszállítói hányad), politikai preferáltság (25%). A sikeres tenderhez legalább 80%-ot kellene teljesíteni.

ÖSSZEGZÉS

A közeljövő korszerű légtérellenőrző rendszerei „RF hálózatközpontúak”, amelyek szerves részét képezik a fix telepítésű rendszerek, passzív és mobil szenzor elemek. Általánossá válnak az egyedi hordozó platformra szerelt érzékelő és csapásmérő eszközök, közös RF szinten összekapcsolt erőforrások, IT-alapú, nagyon nagy sebességű hálózatközpontú megközelítéssel. A közös RF erőforrások kihasználásának legfontosabb eleme a hálózatelemek kalibrációját biztosító csatlakozó felület. Ezen keresztül megoldható az egyes radarok nyújtotta teljes ECCM/EPM spektrum kihasználása, így ezeket közös és rejtett erőforrásként kezelhetik a kapcsolódó polgári és katonai rendszerek felhasználói.

A korszerű radarrendszerek beszerzésének és fenntartásának problematikája rendkívül összetett, és a politikai/gazdasági elvárások vonzatai meghatározóak lehetnek a projektek sikere vagy bukása területén. Tapasztalatok szerint az élettartamra vetített logisztikai támogatás összege a beszerzési költségek öt-tízszere. Ezt a döntéshozó szakembereknek időben fel kell ismerniük, mivel a gyorsuló technológiai fejlődés légtérellenőrzésre gyakorolt hatása nagy kockázatokat rejt. A kockázat legfontosabb eleme az, hogy a berendezések vásárlásával legalább 15-20 évre elkötelezzük magunkat egy cég, egy ország szakirányú logisztika (elsősorban IT-szoftver) támogatása mellett.

Az előnyök mellett jelentkező kockázatok csökkentése megköveteli az eszközök teljes élettartamára vonatkozó hazai lehetőségeinek minél szélesebb körű kihasználását és a rendelkezésre álló szakemberek tudásszintjének fenntartását.

IRODALOM

- [1] Balajti István: Új kihívások a hazai légtérellenőrzésben, Haditechnika, 2019/2; DOI: 10.23713/HT.53.2.01;
- [2] 2018 19th International Radar Symposium (IRS 2018), Proceedings alfejezetek előadásai, 2018. június 20–22, Bonn, Németország. DOI: 10.23919/IRS.2018.8448225;
- [3] Military Radar Conference, London, UK, 2018; <https://militaryradar.iqpc.co.uk/> [Letöltés ideje: 2018/08/11];
- [4] Deagel news: http://www.deagel.com/news/TRML-3D-Mobile-Radar-System-Sold-to-Malaysia_n000000642.aspx [Letöltés ideje: 2018/08/11];
- [5] IAI Israel: http://www.iai.co.il/2013/34481-41832-en/Groups_ELTA_EltaNumber_Products-ELM.aspx [Letöltés ideje: 2018/08/11];
- [6] Defence 24: Czech Republic Buys Israeli Radar Systems. Fiasco of the Joint V4 Project, 2016 <http://www.defence24.com/czech-republic-buys-israeli-radar-systems-fiasco-of-the-joint-v4-project> [Letöltés ideje: 2018/08/11].

(Illusztrációk a szerző gyűjteményéből.)

Olvasóink figyelmébe!

Az elmúlt több mint 50 év **HADITECHNIKA** lapszámai elérhetők a Magyar Tudományos Akadémia REAL-J repozitóriumában: <http://real-j.mtak.hu/view/journal/Haditechnika.html>

Bognár Eszter Katalin*

A magyar határkerítés korszerűsítése felügyelet nélküli szenzorhálózatok alkalmazásával

I. rész

A XXI. század nemzetállamai számára az egyik legnagyobb kihívást az országhatárok védelme jelenti, ami által biztosítható az ország lakosságának megóvása az illegális bevándorlás, a csempészet és a terrorizmus okozta károktól. Számos Európán kívüli nemzetállam – kiemelten Amerika és Izrael – a probléma megoldására hibrid határzárát alkalmaz, úgynevezett „virtuális falakat”, ahol a hagyományos kerítés kiegészítéseként vagy önálló alternatívaként az elektronikai felderítés eszköztárát alkalmazzák az illegális határátlépők, drog- és embercsempészek megfékezésére a határokon.

Egy ilyen fejlett infokommunikációs rendszernek meghatározó elemeit alkotják a felügyelet nélküli szenzorhálózatok, amelyek által pontosabb helyzetkép érhető el az adott területről, jelentős segítséget nyújtva a határvadász állomány munkájához. A különböző érzékelési tartományban működő, kis méretű szenzorok hálózatba kötve nagy területi lefedettséget eredményeznek, valamint az információ több forrásból történő gyűjtését teszik lehetővé, növelve az észlelések pontosságát a hamis riasztások számának minimalizálása mellett. A különböző termikus, akusztikus, szeizmikus állapotváltozásokat érzékelő szenzorok révén a detektálási pontosság nagy mértékben növelhető.

Az ilyen intelligens rádiófrekvenciás kommunikáció alapú érzékelőkből álló technológia alkalmazásával jelentősen javítható a határellenőrzési intézkedések megbízhatósága és hatékonysága, különösen a nehezen ellenőrizhető határszakaszokon.

Ezek a technológiák már számos esetben bizonyították hatékonyságukat, alapvető tartozékai a világ legjelentősebb határkerítés-rendszereinek és alkalmazásuk indokolt lehetne a magyar okoskerítés esetében is, a jelenleg működő magyar védelmi vonal kiegészítéseként.

A technológia kifejlesztésében és alkalmazásában ugyanakkor számos kihívás fellelhető, többek között a kis méretű szenzorok korlátozott erőforrásaiból fakadó hátrányok, amelyek között kiemelt az érzékelők akkumulátorainak élettartama, valamint a kommunikációs végpontok közötti biztonságos kapcsolat megvalósítása.

A jelen tanulmány a szenzortechnológia lényegét, valamint a határvédelemben történő alkalmazásában rejlő lehetőségeket mutatja be különböző nemzetközi példák tanulmányozása során leszűrt tapasztalatok alapján.

A SENZORTECHNOLÓGIA ALAPJAI

A szenzorhálózatok létrejöttéhez elengedhetetlenek voltak az elmúlt évek technológiai vívmányai. Az adatátvitel fejlődése révén egyre megbízhatóbb, és nagyobb sebességű kommunikációs kapcsolat alakítható ki a számítógépek között vezetékes vagy vezeték nélküli megoldásokkal. A mikroelektromechanikus (MEMS) rendszerek megjelenésének köszönhetően egyre kisebb méretű és költséghatékonyan előállítható érzékelőket gyártanak, az akkumulátor-technológia fejlődésének jóvoltából egyre nagyobb energia- és teljesítménysűrűségű megoldások láttak napvilágot.

A szenzorok kis méretük miatt szinte bárhova elhelyezhetők, ezért széles körben alkalmazzák őket. Telepíthetőek földön, vízen, levegőben, vagy akár katonák harci felszerelésének részeként is szolgálhatnak, integrálva az adatgyűjtő katonát a felderítő-hírszerző rendszerbe. A több szenzor hálózatba kötésével kialakított szenzorhálózatok révén pedig nagy területi lefedettség, több, akár eltérő forrásból származó fuzionált adatgyűjtés valósítható meg az élőerő megóvása mellett, ez által kiválóan alkalmasak határvédelmi feladatok ellátására is.

ÖSSZEFOGLALÁS: A zöldhatáron biztosított folyamatos határellenőrzés nagy emberigényű, költséges feladat. A megfelelő szintű határvédelem elérése érdekében nem elég csupán a mostani megoldásokra támaszkodni, az emberi erő, fizikai akadályok és az intelligens jelzőrendszer mellett előnyös lenne a technológia további vívmányainak adaptálása. A jelenlegi határvédelmi rendszer korszerűsítésének egy lehetséges módja a rendszer felügyelet nélküli szenzorhálózatokkal történő kiegészítése. A kétrészes cikk első része ismerteti a szenzortechnológia lényegét, a szenzoradatok tárolásában és feldolgozásában rejlő kihívásokat. A következő számunkban megjelenő második rész feltárja a szenzortechnológia határvédelemben történő alkalmazhatóságát a különböző nemzetközi példák tanulmányozása során leszűrt tapasztalatok mentén, majd vázolja a magyarországi alkalmazás lehetőségeit.

KULCSSZAVAK: felügyelet nélküli szenzorhálózatok, katonai szenzorok, adatkezelés, határvédelem, okoskerítés

ABSTRACT: A continuous border control is a costly task demanding a big human source. It is not enough to rely solely on current solutions to achieve the right level of border protection; in addition to human strength, physical barriers and intelligent signalling systems, it would be beneficial to adapt to further technological developments. A possible way to modernize the current border protection system is to supplement the system with unattended sensor networks. The first part of the two-part article describes the essence of sensor technology, the challenges of storing and processing sensor data. The second part reveals the applicability of sensor technology in border protection along the experiences of studying various international examples, and then outlines the possibilities of application in Hungary.

KEY WORDS: unattended sensor networks, military sensors, data management, border protection, smart fence

* NKE HHK Katonai Műszaki Doktori Iskola, PhD hallgató. ORCID: 0000-0002-3697-7871

A SZENZOROK ÉS SZENZORHÁLÓZATOK FELÉPÍTÉSE ÉS MŰKÖDÉSE

A felügyelet nélküli szenzorhálózatokat csomópontok (szenzor node) alkotják, amelyek egymással legtöbbször vezeték nélküli (wireless) kapcsolattal kommunikálnak, a külvilág felé pedig egy speciális node, az átjáró (gateway) biztosítja a kapcsolatot.

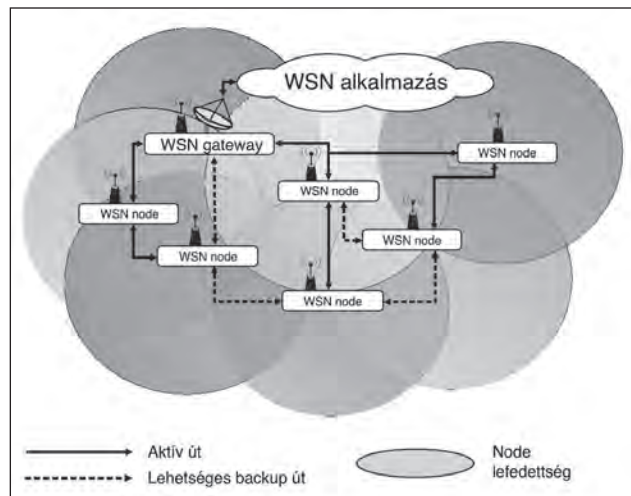
A szenzorok a következő alkotóelemekből épülnek fel: beépített feldolgozóegység, különböző fedélzeti érzékelő egységek (akusztikus, szeizmikus, infravörös, mágneses, optikai, nyomás, kémiai, biológiai, nukleáris, mechanikus, termikus), tárolókapacitás, vezeték nélküli hálózati adapter, amely biztosítja a kapcsolatot a többi node-dal, valamint beépített GPS vevő, amely a térinformatikai rendszerekben tárolt adatokhoz történő hozzáférést lehetővé téve pontos és friss helyinformációval látja el a szenzort. [1]

A hálózat felépítése, szerkezete, a benne található elemek tulajdonságai jelentős szerepet játszanak a biztonságos és megbízható kommunikáció kivitelezésében. A node-ok esetében a legfontosabb tulajdonságok közé az akkumulátor élettartama, aktuális energiaszintje, a szenzorok típusa és a kommunikációt biztosító vezeték nélküli adóvevő hatótávolsága tartozik. [2] A szárazföldi harcászati felderítés során az optimális működést ezen kívül nagymértékben befolyásolják az aktuális meteorológiai, geológiai viszonyok, főként a különböző hőmérséklet, csapadékmennyiség, köd, páratartalom, valamint a domborzati feltételek. [3]

A hardverelemek mellett jelentős feladat hárul az azokat működtető szoftverre is: vezérli a hálózat kiépítését, menedzseli a különböző útvonalválasztó protokollokat, az adatok gyűjtését, tárolását és továbbítását. [4] A szenzorokon futó operációs rendszer tekintetében fontos szempont az esemény alapú, moduláris programozás lehetősége, mindezt ráadásul a szenzorok nyújtotta korlátozott erőforrásokon megvalósítva. A fenti kritériumoknak eleget téve a vezeték nélküli hálózatok ajánlott operációs rendszere a TinyOS, valamint a hozzá tartozó NesC programozási nyelv¹, amely a C nyelv egy speciális változata. [4]

A hálózatban a szenzorok a környezet fizikai állapotváltozásait detektálják, amelyek lehetnek hőmérséklet, nyomás, hang, szeizmikus mozgás, különböző frekvenciatartományú és hullámhosszú rádió-mágneses hullámok. A mért értéken ezután a szenzor feldolgozó egysége előfeldolgozást végezhet vagy továbbítja az adatot a szomszédos csomópont (node) vagy az átjáró (gateway) felé.

1. ábra. Szenzorhálózatok tipikus felépítése és működése (a szerző fordítása [7] alapján)



A gateway feladata a különböző szenzorokból származó adatok fúziója és feldolgozása, valamint a felhasználás helyére történő eljuttatása. Ez megvalósulhat folyamatos, közel valós idejű, nagy hatótávolságú vezeték nélküli (wireless) vagy műholdas kapcsolat használatával, vagy aszinkron adatátvitellel a terület felett elhaladó pilóta nélküli repülőgépekre való feltöltéssel. Az átjáró ezen kívül általában nagyobb tárhellyel rendelkezve biztosítja az adatok hosszabb távú megőrzését, biztonsági mentését.[5][6]

Az 1. ábrán a vezeték nélküli szenzorhálózatok (WSN) általános felépítése és működése látható.

A SZENZORHÁLÓZATOKKAL SZEMBEN TÁMASZTOTT KÖVETELMÉNYEK

A felügyelet nélküli szenzorhálózatokkal szemben – különösen harctéri feltételek mellett –, számos követelmény megfogalmazódott, amelyek közül [5][8] alapján a legfontosabbak:

- passzív működés;
- önszerveződés, skálázhatóság, flexibilitás;
- alacsony költség, kis méret;
- könnyű telepíthetőség;
- nagy területi lefedettség;
- ellenállóság a környezeti feltételeknek;
- távoli felügyelet, közbeavatkozás, átprogramozhatóság;
- kielégítő élettartam;
- megbízható kommunikáció titkosított adatátvitellel;
- védelem az illetéktelen hozzáférés, adatmanipuláció ellen;
- hibatűrés, adatvesztés elleni védelem;
- adatok relevanciája, időszűrőse;
- rejtettség, nehezen észrevehetőség.

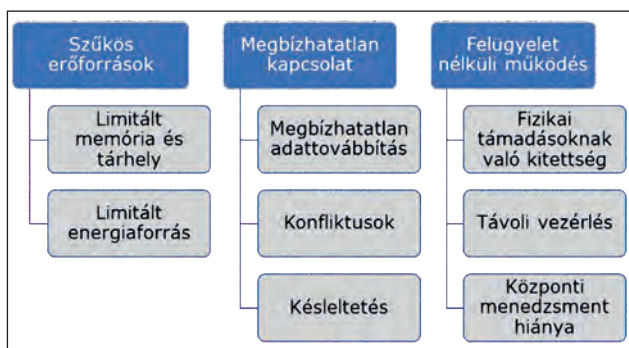
A fentiek alapján látható, hogy rendkívül fontos a hálózatok költséghatékony, gyors, automatikus telepítése és működése a monitorozandó környezetben, ugyanakkor lehetővé kell tenni azok távoli menedzselését. Nagy területi lefedettséget kell biztosítani nehezen észrevehető, kis méretű szenzorokkal, valamint megfelelő energiaforrással, energiahatékony protokollok alkalmazásával biztosítani a hálózatok hosszabb ideig történő felhasználását.

Mindemellett a rendszert és a benne tárolt adatokat védeni kell minden káros eseménytől, legyen az fizikai behatás (pl.: lopás, környezeti csapások, elektromágneses zavarok) vagy egyéb káros tevékenység (pl.: üzenetek illegális lehallgatása, módosítása).

MŰKÖDÉSI KORLÁTOK

A fent ismertetett optimális működés megvalósításának számos olyan korlátja van, amelyek a szenzorhálózatot alkotó elemek és az adatátvitelre használt vezeték nélküli kapcsolat karakterisztikájából erednek. A továbbiakban Walters et al. munkája [9] alapján a legjelentősebb működési korlátok kerülnek bemutatásra.

Az egyik legnagyobb korlátot az jelenti, hogy a szenzorok kis méretük és olcsóságuk miatt csak limitált erőforrásokkal rendelkeznek, amely memória-, tárhely-, számítási kapacitás- és energiaigényes műveletek esetén komoly problémát okoz. Az adatok feldolgozását, biztonsági szolgáltatásokat stb. megvalósító programokat ennek megfelelően, a megszorítások figyelembevételével, a lehető legjobban optimalizálva kell elkészíteni. Nagy előrelépést jelent a szenzorok energiaszükségletét napelemmel biztosító megoldások elterjedése.



2. ábra. Szenzorhálózatok működési korlátai (a folyamatábra a szerző szerkesztése)

Egy újabb korlátot jelent a kommunikációra használt, vezeték nélküli hálózati kapcsolat természete. A hálózatban történő adattovábbításra a gyors adatátvitel prioritása miatt legtöbbször UDP (user-datagram) protokollt használnak, amely gyors, összeköttetés nélküli, csomag (datagram) alapú adattovábbítást tesz lehetővé a hálózatba kapcsolt node-ok között. A protokoll előnye a gyorsaság, ugyanakkor nem garantált a csomagok megérkezése, azok elveszhetnek, többszöröződhetnek, amely biztonsági problémákat vet fel, valamint nehezíti az észlelt adatok feldolgozását. A vezeték nélküli hálózatban emellett számolni kell a csomagtovábbítás során fellépő konfliktusokkal. Több node-on áthaladó (multihop) adatfolyam esetén akár jelentős késleltetés is lehet az adattovábbításban, amely szintén nehezíti az adatok összevetését és elemzését.

A megszorítások harmadik csoportját a felügyelet nélküli működés okozta korlátok jelentik. Idetartoznak a különböző környezeti hatások, fizikai támadások, amelyek a felügyelet nélküli, harctéri körülmények között elhelyezett szenzorokat fokozottan veszélyeztetik. Mivel a szenzorok a hálózatot vezérlő központtól távol helyezkednek el, nincs lehetőség a meghibásodott eszközök cseréjére, az akkumulátorok töltésére, az eszközökön végzett esetleges káros célú módosítások észlelésére. A problémára megoldást nyújthat a szenzorokba épített öntesztelési lehetőség (BIST), amellyel távolról is pontos képet kaphatunk a készülék állapotáról: az esetleges meghibásodások felismerhetőek, helyük azonosítható [10]. Hátrányként említhető még, hogy a vezeték nélküli hálózatok legtöbbször elosztott rendszerek. Bár a központi vezérlés hiánya növeli a hálózatok flexibilitását, egy hosszú időre magára hagyott hálózat működése során már problémát okozhat. A fent említett működési korlátok összefoglalása a 2. ábra látható.

A SZENZORHÁLÓZATBAN KELETKEZŐ ADATOK KEZELÉSE

Vezeték nélküli szenzorhálózatok tervezése és üzemeltetése esetén az egyik legnagyobb kihívást a fizikai környezet megfigyelése során gyűjtött adatok hatékony tárolása és lekérdezése, más szóval az adatkezelés jelenti. A szenzorhálózatok adatkezelésének a különböző alkalmazások specifikus igényeihez kell igazodnia. Az adatkezelés során három fő kérdés kerül középpontba:

- Melyek az adatokkal való műveletek során a szenzorhálózatokra jellemző sajátosságok és korlátok?
- Hol tároljuk az adatokat?
- Milyen optimalizálási lehetőségek használhatók az adattovábbítás során?

Mivel a szenzorok számos korláttal rendelkeznek tárolási és számítási kapacitás, kommunikáció és élettartam tekintetében, új eljárások kidolgozása válik szükségessé, ilyen

többek között az adatok hálózaton belül történő elosztott tárolása és feldolgozása.

Számos paramétert figyelembe véve optimalizálhatjuk a rendszer működését és kiválaszthatjuk a leghatékonyabb adatkezelési módszert. Többek között figyelembe kell venni a rendszer előírányzott élettartamát (rövid vagy hosszú távú telepítés), a csomópontok energia-, tárhely- és számítási kapacitását, az alkalmazás adatigényét, a szükséges lekérdezések természetét (egyszeri, folyamatos, eseményvezérelt stb.), a működés során keletkező adatok mennyiségét, a hálózat méretét, a lehetséges hálózaton belüli előfeldolgozási, párhuzamosítási lehetőségeket.

A VEZETÉK NÉLKÜLI SZENZORHÁLÓZATOK ADATKEZELÉSI SAJÁTOSSÁGAI

Az adatkezelésre fókuszálva Zhao, F. [11] munkája alapján a következő sajátosságok és kihívások jelentkeznek:

- A rendszerek dinamikusan változnak, csomópontok merülhetnek le, két csomópont között megszűnhet a kapcsolat, az adatkezelésnél az adatbázis-kezelő rendszernek ugyanakkor ezt el kell rejtenie a végfelhasználó elől, egy stabil, robusztus rendszer érzetét kell keltenie.
- Nem csak statikus adattáblákról beszélhetünk, számos valós idejű rendszerben az adatok folyamatosan keletkeznek (adatfolyamok).
- Mivel az egyik legköltségesebb művelet az adattovábbítás, olyan megoldásokat kell találni, amelyek csökkentik az egyes csomópontok közötti kommunikáció mértékét, ilyen például a hálózaton belüli előfeldolgozás, adataggregáció.
- Hosszabb késleltetések lehetnek az adatok továbbítása során, nem elég egyszer optimalizálni egy lekérdezést, hanem folyamatosan kell monitorozni és felülvizsgálni, hogy a leghatékonyabb sebességgel és erőforrás-kihasználtsággal működhessen.
- Meg kell fontolni a régebbi adatok tárolásának szükségességét és lehetőségét, hiszen a csomópontok tárhelykapacitása korlátos.

SZENZORADATOK TÁROLÁSA

A szenzorhálózatokban jelentkező korlátokat az adattárolás fizikai szintjén is figyelembe kell venni. A korlátozott tárhelyet és az adattovábbítás költségességét figyelembe véve kell mérlegelni az adatok tárolására vonatkozó lehetőségeket.

KÜLSŐ, CENTRALIZÁLT ADATTÁROLÁS

A szenzoradatok tárolásának legegyszerűbb módja a hagyományos hálózatoknál is megszokott külső, centralizált adattárolás. A szenzorhálózatok felépítésüket tekintve az adatgyűjtést végző berendezésekből, a külvilággal kapcsolatot tartó átjárókból és a külvilágban található bázisállomásokból állnak. A centralizált adattárolás lényege, hogy minden, a szenzorhálózatot alkotó érzékelőn összegyűjtött adat azonnal továbbításra kerül az átjárón keresztül a külső bázisállomásra, az adatok tárolása és további feldolgozása a bázisállomáson történik. A módszer előnye, hogy az adatok központosított tárolása és lekérdezése egyszerű és kényelmes. A kommunikációs költségek az adatok továbbításánál jelentkeznek, a felhasználóktól származó lekér-



dezek megválaszolásához ugyanakkor már nincs szükség további interakcióra az érzékelő rendszerrel.

A bázisállomás kettős funkciót tölt be, egyrészt ellátja az adattárolási funkciókat: fogadja, tárolja, feldolgozza a szenzorok által gyűjtött adatokat, másrészt kiszolgálja az adatigényeket: feldolgozza és megválaszolja a felhasználóktól vagy a szenzorhálózat csomópontjaitól érkező lekérdezéseket. A rendszer hátránya, hogy mivel a bázisállomás jelentős kommunikációt bonyolít le a külső felhasználókkal és az érzékelő csomópontokkal egyaránt, szűk keresztmetszetet jelent a rendszerben, túlterhelődése esetén jelentős késleltetések léphetnek fel. Ezzel párhuzamosan a bázisállomás környékén elhelyezkedő csomópontok is jelentősebb kommunikációt kénytelenek lebonyolítani, így hamarabb lemerülhetnek, amely befolyásolja a rendszer egészének élettartamát. Az adatbiztonság vonatkozásában leginkább a bázisállomás elleni támadásokkal kell számolni: a bázisállomás elárasztása nem kívánatos adatokkal, kérésekkel, mert ezek a bázisállomáson tárolt adatok integritását veszélyeztető támadások. [12]

Ez a megoldás elsősorban akkor optimális, ha a szenzorhálózat mérete kicsi (kb. 100 szenzor), az adatgyűjtés nem folyamatos, például a rendszer csak egy esemény hatására továbbít adatokat. [13][15][14][16]

ELOSZTOTT ADATTÁROLÁS (DISTRIBUTED DATA STORE)

Több ezer csomópontot tartalmazó hálózatokban a központosított megközelítés nem praktikus; a nagy mennyiségű keletkezett adat és kommunikáció miatt a bázisállomás és a környező csomópontok túlterhelődnek, ami késleltetésekhez és a rendszer élettartamának csökkenéséhez vezethet. Az ilyen nagy mennyiségű adat energiahatékony módon történő kezeléséhez az egyik leginkább energiatakarékos adattárolási formát, a decentralizált ún. szenzor-adatbázis megközelítést használják. A szenzor-adatbázis modell az egész hálózatot egy elosztott adatbázisnak tekinti, ahol minden egyes érzékelő csomópont a tárolás egy alapegysége. A decentralizáció segít az energiamegtakarításban, ugyanakkor az egyes csomópontokon csak helyi információk érhetők el. A decentralizált algoritmusok kialakítása bonyolultabb, teljesítményük korlátozottabb. Összességében elmondható, a szenzorhálózatok adatkezelésének decentralizált módon történő tervezése energiahatékony, viszont az adatkezelő rend-

szer összetettsége jelentősen megnő. [16] A biztonság szempontjából leginkább a csomópontok kompromittációjával kell számolni. [12]

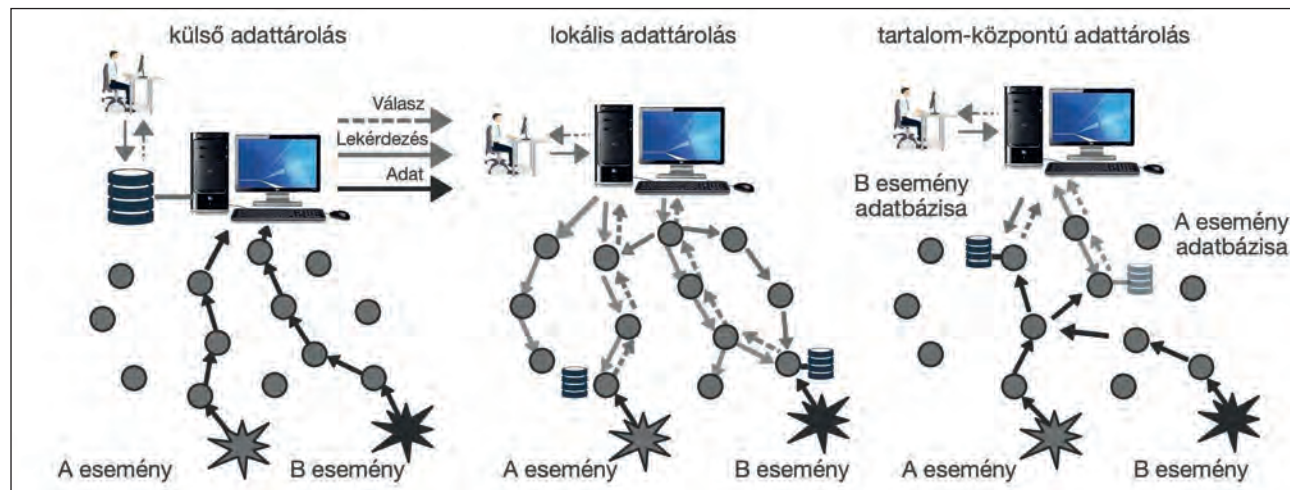
LOKÁLIS ADATTÁROLÁS (LOCAL STORAGE)

Minden keletkezett adatot a keletkezés helyén, azaz a szenzorok memóriájában tárolunk. A rendszer nagy előnye, hogy mivel az adatokat az egyes érzékelők tárolóhelyén tárolják, így az adatok tárolási helyre történő eljuttatásának nincs kommunikációs költsége, hátrányt jelent viszont az egyes lekérdezések feldolgozásának költsége. Mivel nincs egy globális adatelosztási központ, minden csomópontnak aktívan részt kell vennie a lekérdezési folyamatban: fel kell dolgoznia a kérélmeket és részt kell vennie az eredmények továbbításában, ami jelentős energiafelhasználást jelent az egyes csomópontokon. [13]

TARTALOM-KÖZPONTÚ ADATTÁROLÁS (DATA-CENTRIC STORAGE)

A központosított és a lokális tárolás közötti arany középutat megtalálva láttak napvilágot tartalomra fókuszáló, tárolásra vonatkozó elképzelések, amelyek szerint az adatokat a hálózaton belül, az adatok típusát, keletkezési helyét figyelembe véve előre definiált csomópontokon tárolják. A legfontosabb ötlet ugyanazon típusú adatok ugyanazon hálózati helyen történő tárolása. Ezek után minden olyan lekérdezés, ami az adott típusú adatokra vonatkozik, közvetlenül az ilyen adatokat tároló csomópontnak címezhető, elkerülve a jelentős kommunikációs költségekkel járó elárasztásos lekérdezést. Így a lekéréseket hatékonyabban lehet feldolgozni, csökken az energiafelhasználás és a késleltetés. A fenti rendszerben tárolt adatok tárolása két lépésből áll: a szenzor által észlelt eseményhez hash függvény segítségével egy címke kerül, majd az adatokat a címke szerint egy csomópontra irányítják. Az adatfókuszú tárolás olyan elosztott tárolási struktúrát hoz létre, ami az eseményeket névvel ellátva térben csoportosítja. A nevek a hash függvény tetszőleges kulcsainak tekinthetők, és a kategorizálás alapegységei. A módszer nagy előnye emellett, hogy mivel azonos adatok azonos helyen tárolódnak, hatékony aggregáció valósítható meg. Az ilyen jellegű adattárolási stratégiánál természetesen fontos kérdés, hogyan válasszuk ki a tároló csomópontokat, ráadásul ezek-

3. ábra. Adattárolási stratégiák szenzorhálózatokban (A szerző fordítása a [18] alapján)



nek nagyobb tárhellyel és erőforrással is rendelkezniük kell. [17]

A 3. ábra bemutatja a három adattárolási stratégiát.

SZENZORHÁLÓZATOK ÉS A FELHŐ-TECHNOLÓGIA INTEGRÁCIÓJA: SZENZOR-FELHŐ

A legtöbb alkalmazás lehetőség szerint valós idejű adatokat használ. Ezt a hatalmas mennyiségű adatot általában valamilyen módon fel kell dolgozni. Mivel a szenzorhálózatok korlátozott kapacitásokkal rendelkeznek, a felhő-technológiák valódi lehetőséget kínálnak arra, hogy kielégítsék az érzékelők által összegyűjtött adatok tárolásából, feldolgozásából és elemzéséből fakadó jelentős tárhely- és számítási kapacitásigényeket.

A felhő-technológia az internetalapú szoftverrendszerek új feltörekvő paradigmája, a szenzorhálózatok és felhő-technológia integrációjával pedig megjelent a szenzor-felhő-technológia. A szenzor-felhő lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy különböző web alkalmazások segítségével a felhőben található számítási és tárolási kapacitás használatával könnyen összegyűjtsék, tárolják, elemezzék, megjelenítsék és megosszák a nagyszámú érzékelt adatot. [19]

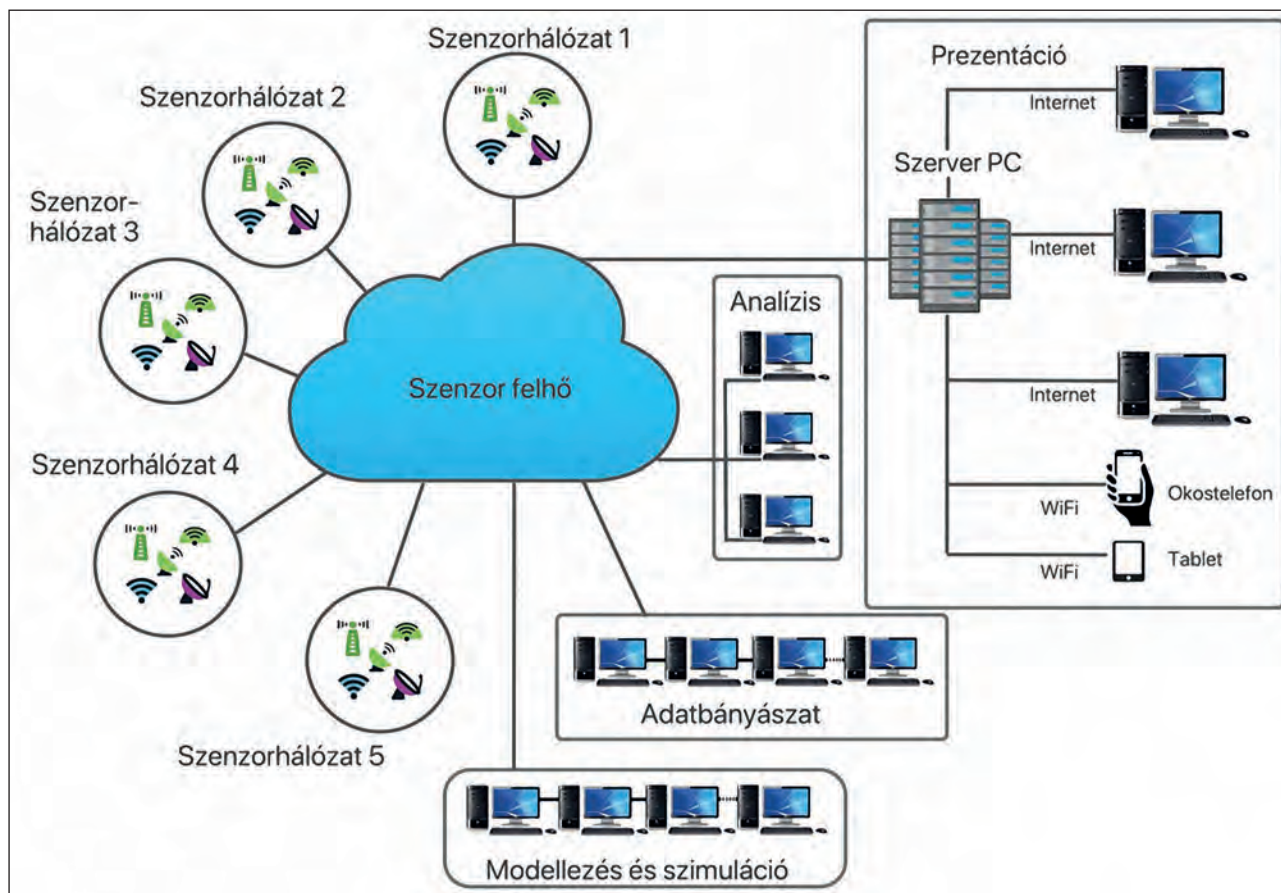
A 4. ábra szemlélteti egy szenzor-felhő felépítését.

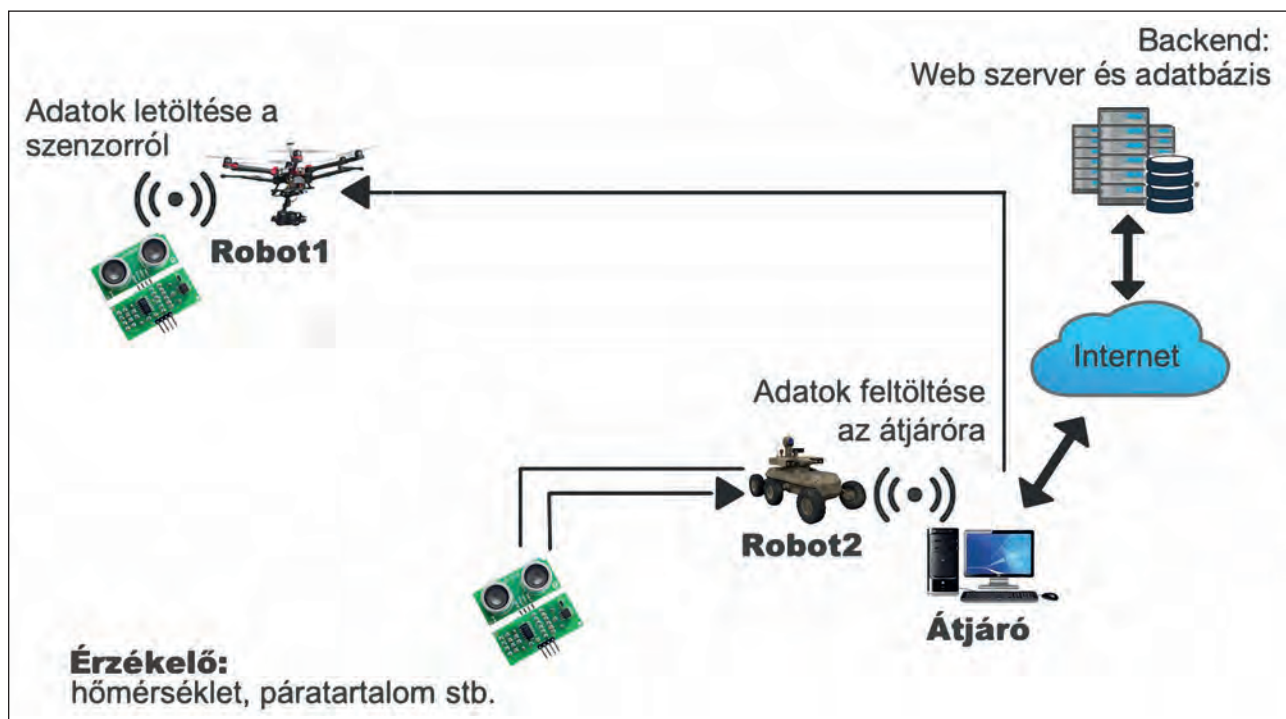
ADATGYŰJTÉS MOBIL ROBOTOKKAL

A fenti adatkezelést optimalizáló megoldások egy bizonyos fokig hatékonyan alkalmazhatók, ugyanakkor nagyon nagy

területre telepített, rengeteg adatot gyűjtő és továbbító rendszerek esetén még mindig túl sok ugrásra (kommunikációra) van szükség, amíg a szenzoroktól a bázisállomásra jutnak az adatok. Az adattovábbításra használt útvonal hosszával arányosan nőnek a kommunikációs költségek, az energiafelhasználás, valamint az adattovábbítás megbízhatatlansága, a valószínűség adatvesztésre. Emellett szintén költséges a nagyméretű útválasztási táblák fenntartása. A fenti problémák megoldására alkalmazhatóak a mobil robotok. [19][21] Egy olyan rendszert kell elképzelni, ahol a mobil robotok vagy pilóta nélküli repülőgépek adathordozóként (data mule) részt vesznek a szenzorokon keletkező adatok összegyűjtésében. A rendszer nagy előnye, hogy a robotok az adatgyűjtés helyéhez, a csomópontokhoz közel kerülhetnek, ezáltal a csomópontok viszonylag kis kommunikációs költséggel feltölthetők rá adataikat, megkímélve a rendszert a több ugrásos útvonalon való adattovábbítás nehézségeitől, emellett a kis hatótávolságú kommunikáció miatt kisebb az esély az adatvesztésre is. Miután minden csomóponttól begyűjtötték az adatokat, visszatérnek és feltöltik azt a bázisállomáson található adatbázisba. Ezzel a megközelítéssel a csomópontok jelentős energiát takaríthatnak meg, amelyet egyébként az adatok továbbítására használnának, ezáltal meghosszabbítva a hálózat életét. Végül, de nem utolsósorban könnyebb a robotok akkumulátorainak feltöltése, mint a csomópontokon az elemek cseréje. Az ilyen integrált robot- és szenzorhálózat sikeres telepítéséhez azonban új kihívásokat kell elhárítani, mint például a robotok pályájának megtervezése az adatgyűjtés igényeinek megfelelően. Az 5. ábra szemlélteti egy mobil robotokat tartalmazó rendszer felépítését. [19]

4. ábra. Szenzor-felhő architektúra (a [20] alapján szerkesztette a szerző)





5. ábra. Mobil robotok használata az adatgyűjtésben (a szerző fordítása a [19] alapján)

A szenzorhálózatok jelentősebb adatkezelési megoldásait megismerve látható, hogy a lehetőségek tárháza meglehetősen széles. Napjainkban is előszeretettel használják még a tradicionális centralizált adattárolást, ugyanakkor a szenzorhálózatok és az érzékelők által gyűjtött adatok mérete és komplexitása már új megoldásokat igényel. A témában folyó kutatások napjainkban leginkább a hálózaton belüli elosztott adatkezelés területén folynak, olyan megoldások kidolgozásán dolgoznak, amelyek minél nagyobb mértékű optimalizációt biztosítanak a csomópontok energiatárolására. Ahogy egyre inkább a Big Data és a hálózatba kötött „intelligens” eszközök, az ún. „dolgok internete” felé haladunk, a túloptimalizált, lokális erőforrásokra támaszkodó megoldások helyett valószínűleg a közeljövőben átveszik az igény szerinti, ez által szinte korlátlan tárhely és számítási kapacitást nyújtó felhő-technológiák és az általuk nyújtott korszerű adatelemzési megoldások. Fontos megjegyezni, hogy az alkalmazott technológia megválasztásánál elengedhetetlen az alkalmazás igényeinek figyelembevétele. Azt is mérlegelni kell, hogy milyen típusú adatokat, milyen módon kívánunk tárolni, lekérdezni, elemezni, és az adott célnak megfelelő tárolási és lekérdezés-feldolgozási eljárások implementálását választani.

(Folytatjuk)

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Nagy Dániel: Possible uses of geographical information systems in wireless network systems of future. *Hadmérnök*, X 1. sz. (2015), 234–243;
- [2] Nagy Tibor István: Hálózati réteg a szenzorhálózatokban. *Hadmérnök*, VII. 3. sz. (2012), 123–130;
- [3] Nagy Tibor István: Szenzorhálózatokkal szemben támasztott terepi követelmények. *Hadmérnök*, VII. 1. sz. (2012), 202–213;
- [4] Nagy Tibor István: A felügyelet nélküli szenzorhálózatok és a programozási nyelvek kapcsolata. *Hadmérnök*, IV. 4. sz. (2009), 303–311;
- [5] Winkler, M., Tuchs, K. D., Hughes, K., Barclay, G.: Theoretical and Practical aspects of military wireless sensor networks. *Journal of Telecommunications and Information Technology*, 2 1. (2008), 37–45;
- [6] Arora, A., Dutta, P., Bapat, S., Kulathumani, V., Zhang, H., Naik, V., Mittal, V., Cao, H., Demirbas, M., Gouda, M., Choi, Y., Herman, T., Kulkarni, S., Arumungam, U., Nesterenko, M., Vora, A., Miyashita, M.: A Line in the Sand: A Wireless Sensor Network for Target Detection, Classification, and Tracking. *Journal Computer Networks: The International Journal of Computer and Telecommunication Networking*, Special issue: Military communications systems and technologies, 46 5. (2004), 605–634. DOI: 10.1016/j.comnet.2004.06.007;
- [7] Karl, H., Willig, A.: *Protocols and Architectures for Wireless Sensor Networks*. West Sussex: John Wiley & Sons, 2005. DOI: 10.1002/0470095121;
- [8] Haig Zs.: Networked unattended ground sensors for battlefield visualization. *AARMS*, 3 3. (2004), 387–399;
- [9] Walters, J. P., Liang, Z., Shi, W., Chaudhari, V.: Wireless sensor network security: A survey. In: XIAO, Y., *Security in Distributed, Grid, Mobile, and Pervasive Computing*. 466–508. Boston: Auerbach Publications, 2007. DOI: 10.1201/9780849379253.ch16;
- [10] Molnár Zs.: A terepi elektronikai rendszerek beépített öntesztelési lehetőségei, *Hadmérnök*, III 4. sz. (2008), 154–164;
- [11] Zhao, F., Guibas, J. L.: *Wireless Sensor Networks: An Information Processing Approach*; Morgan Kaufmann 2004;
- [12] Langson, J.: Security Implications of Data Dissemination Methods in Wireless Sensor Networks, Online: <https://pdfs.semanticscholar.org/9734/15286a>

- 035d2a541d7599e7faf06512229324.pdf [Letöltve: 2018. 05. 29.];
- [13] Fan, W., Hao, Z., Guo, Z.: Wireless Sensor Network Data Storage Optimization Strategy In: WANG, X. et al.: Advanced Technologies in Ad Hoc and Sensor Networks, Proceedings of the 7th China Conference on Wireless Sensor Networks; Springer 2014. pp. 345–351. DOI: 10.1007/978-3-642-54174-2_31;
- [14] Wei-Peng, C., Jennifer C. H.: Data Gathering and Fusion in Sensor Networks In: Ivan, S.: Handbook of Sensor Networks: Algorithms and Architectures; John Wiley & Sons 2005. pp. 493–526. DOI: 10.1002/047174414x.ch15;
- [15] Trigoni, N. et al.: Querying of Sensor Data In: Gama, J., Gaber, M. M. (Eds.): Learning from Data Streams, Processing Techniques in Sensor Networks; Springer 2007. pp. 73–84. DOI: 10.1007/3-540-73679-4_6;
- [16] Diallo, O. et al.: Distributed Database Management Techniques for Wireless Sensor Networks; IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems 26. 2. (2015) pp. 604–620. DOI: 10.1109/tpds.2013.207;
- [17] Govindan, R.: Data-Centric Routing and Storage in Sensor Networks In: Raghavendra, C. S. et al.: Wireless Sensor Networks; Springer 2004. pp. 185–205. DOI: 10.1007/1-4020-7884-6_9;
- [18] Jallad, A-H., Vladimirova, T.: Data-Centricity in Wireless Sensor Networks In: Misra, C., S., Woungang, I., Misra, S.: Guide to Wireless Sensor Networks. Computer Communications and Networks; Springer 2009. pp. 183–204. DOI: 10.1007/978-1-84882-218-4;
- [19] Rawat, P. et al.: Wireless sensor networks: a survey on recent developments and potential synergies; The Journal of Supercomputing 68. 1. (2014) pp. 1–48. DOI: 10.1007/s11227-013-1021-9;
- [20] Mistral Solutions: The Sensor Cloud and Homeland Security; Online: <https://www.mistralsolutions.com/sensor-cloud-homeland-security/> [Letöltve: 2018. 05. 29.];
- [21] Cao, H. et al.: Cloud-Assisted UAV Data Collection for Multiple Emerging Events in Distributed WSNs; Sensors, 17. 8. (2017), Online: <http://www.mdpi.com/1424-8220/17/8/1818/htm> [Letöltve: 2018. 05. 29.]. DOI: 10.3390/s17081818.

JEGYZETEK

1 TinyOS és NesC: <https://github.com/tinyos>

(Illusztrációk a szerző gyűjteményéből.)

Amaczi Viktor nyá. alezredes

1939 – 2019

2019. január 11-én, életének 80. évében, hosszan tartó, súlyos betegség következtében elhunyt Amaczi Viktor nyá. alezredes.

1939. február 11-én Karádon született, iskolai elvégzését követően, édesapja példáját követve a katonai pályát választotta. Budapesten, a mátyásföldi II. Rákóczi Ferenc Katonai Középiskolában érettségizett, majd az Egyesített Tiszti Iskola elvégzését követően 1960-ban avatták hadnaggyá. 1963-ban főhadnagy, 1967-ben százados, 1973-ban őrnagy, végül 1980-ban alezredesi rendfokozatba léptették elő.

Katonai beosztást – híradó tisztként – először Kaposváron kapott. 1962-ben Vácra helyezték, 1965–70 között a Budapesti Műszaki Egyetemen mérnöki tanulmányait végezte. Előjárói a szolgálat érdekében küldték a BME Vilamosmérnöki Karára, ahol híradástechnikai szakon 1971-ben szerzett diplomát. Ezzel párhuzamosan végazott a mérnök-tanári szakot is, amelyet egy évvel később, 1972-ben végzett el sikeresen.

Ezt követően mérnök-közgazdász végzettséget szerzett, külkereskedelmi tanulmányokat folytatott. Az iparjogvédelmet is felsőfokú oktatás keretében sajátította el.

Miután megszerezte a diplomát, a Haditechnikai Intézetbe került, ahol 1994-ig, nyugdíjazásáig dolgozott.

1984-től 1994-ig a Haditechnika folyóirat főszerkesztője volt. Pályafutása alatt többszáz cikket írt különböző lapokba, a Haditechnikában 108 cikket publikált. Olyan hiánypótló szakkönyvek szerzője volt, mint a Bombay Lászlóval és Héjja Istvánnal közösen jegyzett A világ hadseregei című kötet, vagy az Ács Tiborral szerkesztett nagyszabású kézikönyv, a Hadtudományi lexikon.



1983-ban Kiváló Feltaláló kitüntetést kapott. Ezen kívül még tizenegy kitüntetéssel ismerték el munkásságát.

Tagja volt a Tudományos Újságírók Klubjának és nyugdíjba vonulását követően, a Haditechnika szerkesztőbizottságának, ahol aktív közéleti tevékenységet folytatott. Személyében a magyar katonai-műszaki szaknyelv egyik meghatározó gondozóját és egy nagyszerű bajtársat veszítettünk.

Emlékét kegyelettel megőrizzük.

(S. GY.)

1. ábra. A Kurganyec az orosz fegyveres erők legmodernebb lánctalpas páncélozott gyalogsági harcjárműve (Fotó: H. Á.)



Zentay Péter*

„Vitézek” a Vörös téren – Modern csapatszállítás **I. rész**

Korszerű orosz haditechnikai eszközök az elmúlt évek moszkvai győzelem napi díszszemléin

AMI A DÍSZSZEMLÉK MÖGÖTT VAN

A moszkvai győzelem napi díszszemléken 2008 óta vesznek részt újra haditechnikai eszközök. A katonai díszszemlék történelmi, stratégiai és esztétikai szempontból egyaránt lényegesek. A jelenkori díszszemléknek már nem az elrettentés az erőfitogtatás a lényegük. Ez abból is jól kitűnik, hogy már nem az eszközök magas darabszáma dominál, hanem inkább a változatosság és az igényes kivitel. Fontos feladat az információátadás, mert sok esetben itt találkozhatunk először hivatalosan a legújabb technikákkal és lényeges paramétereikkel. A technikák típusait és felvonulásuk sorrendjét a katonai vezetés gondosan meg-

válogatja. Ezért elemzésünk során nemcsak az új technikákról informálódhatunk, hanem képet kaphatunk arról is, hogy a katonai vezetés milyen stratégiai és fejlesztési szempontokat tart fontosnak. A győzelem napi ünnep jelentősége mellett az eszközöket tervező és gyártó cégek számára a nagy arányú publicitás jelentős reklámértékkel is bír.

A díszszemléen megjelenő haditechnikai eszközök leg többje nem vonul fel teljes eszközparkkal, vagyis az összes olyan kapcsolódó technikai eszközzel, amely a harcászolgáló és harctámogató feladatokat végzi. Jó néhány eszköz önállóan is tud harcolni, de a legtöbbjük számos társ-, kiegészítő, ellátó és felderítő eszközökkel működik együtt. Egy

ÖSSZEFOGLALÁS: A cikkben röviden áttekintjük az elmúlt évek moszkvai győzelem napimájus 9-i díszszemléin megjelent haditechnikai eszközöket és elemezzük néhány lényeges tulajdonságukat, képességeiket. Az első részben a korszerű csapatszállító járműveket és gyalogsági harcjárműveket mutatjuk be a 2017-18-as díszszemlékről.

KULCSSZAVAK: Oroszországi Föderáció, győzelem napi díszszemle, haditechnikai eszköz

ABSTRACT: In this article, the military equipment showed on the Moscow Victory Day's military parades in the past years are briefly reviewed and some of their essential features are analysed. The first part presents modern troop transport vehicles and infantry vehicles from the parades of the years 2017 and 2018.

KEY WORDS: Russian Federation, Victory Day's military parade, military equipment

* Egyetemi docens. ORCID: 0000-0002-3161-8829

teljes rendszer bemutatása olyan nagyszámú járműből állna, hogy órák hosszát tartana a díszszemle. Emiatt legtöbbször csak egy-egy kiválasztott eszköz kerül a bevetési egységből bemutatásra. Az eszközök így is meglehetősen nagy száma miatt e cikksorozatban nem is vállalkozunk teljes bemutatásukra, hanem csak az egyes eszközök érdekes és fontos jellemzőit, fejlesztési hátterét, meghatározó paramétereit ismertetjük (eszközöktől függően, különböző szemszögből, más és más tulajdonságát) a teljesség igénye nélkül. Az eszközök magyarul nem egyezményes nevét zárójelben eredeti nyelven is közöljük. Az adatok publikus forrásokból származnak.

A DÍSZSZEMLÉK MINDENKORI HELYSZÍNE A MOSZKVAI VÖRÖS TÉR

A Nagy Honvédő Háború befejezésének évfordulójára megrendezett győzelem napi díszszemlére minden évben már hónapokkal korábban megkezdődik a készülődés. A nagy napon már hajnalban dübörög a Moszkva melletti támaszpontokról kigyózó haditechnikai eszközök végeláthatatlan sora, hogy reggel 7 órára elfoglalhassa helyét a Tverszkaja utca aszfaltján. A díszszemlére készülő oszlopok csak a személyi állomány ünnepi felvonulása után, 10 óra 35 perckor indulnak meg, de a nagy mennyiségű haditechnika indulás előtti ellenőrzése sok időt igényel. A menet azonban pontosan, a tervezett időpontban indul.

A díszszemle gépesített részét a második világháború „híres klasszikusa” egy T-34/85-ös közepes harckocsi nyitja meg, az oldalán Gvardija (гвардия – gárda) jelvényt (2. ábra). A parancsnok korhű egyenruhában tiszteleg a bűvönnyílás nyitott fedele mögött.

A 2018-as díszszemlén a háborús hőst egy, a megszálltól eltérő formáció követte. A történelmi frontok zászlóit a 45. független gárda felderítődandár katonai terepjáró quadjai vitték (3. ábra). A típus jele jelenleg AM-1 (Армейский Мотовездеход – katonai terepjáró jármű) [1–2]. A járművön két fő foglalkalt helyet, fegyverzete a 7,62 mm-es 6P41 PKP „Pecsenyeg” (7,62-мм 6П41 пулемёт ПКП „Печенеж”) géppuska (3-4. ábra). A járművet jelenleg a légi-deszant alakulatok, a sarkkörü gépesített lövészcsapatok, a különleges alakulatok, valamint az északi tengeri flotta part-ra szálló egységei használják gyorsreagálású feladatokra. Az AM-1 az első Oroszországban tervezett, fejlesztett és teljes egészében hazai gyártású négykerék hajtású quad. Az alapját a RM-500-2 civil jármű adta, amelyet a Rybinski „Русская Механика” – (Orosz Mechanika) cég gyárt. Az eredeti verzió neve nem véletlenül egyezik a cég nevének kezdőbetűivel. A 493 cm³-s 28 kW-os (38 LE-s), vízűtűtő, négyütemű, négyszepes benzines motor az összeraké hajtású járműnek megfelelő teljesítményt kölcsönöz. A differenciálművek zárásával a jármű terepjáró tulajdonsága nagymértékben javul. A katonai verzió számos változásban tér el a civiltől. Megerősített alvázzal és felfüggesztéssel látták el, továbbá a jármű teherviselő elemeit mind átterveztek. Fegyver-felfüggesztést, valamint tárolót is kapott, amelybe akár 5,45 mm-es AK-74-es gépkarabély (valamint modern változatai), 7,62 mm-es SZVD mesterlövész puska, továbbá gránátvető is rögzíthető. A katonai verzió megerősített lámpavédelemmel és műszerfallal rendelkezik, amelyen ellenőrizhetők a motor különböző funkciói. A futómű gumijai és az üzemanyagtartálya lövésbiztosak. A jármű viszonylag kis méretekkel rendelkezik: 2565 mm hosszú, 1245 mm széles és 1645 mm a maximális magassága. A tengelytávolság 1490 mm. A jármű saját tömege 420 kg, de képes akár 150 kg terhet szállítani, valamint 500 kg utánfutót elvonatni. Nemrég még az ilyen járműveket csak játéknak vagy a gazdagok



2. ábra. A veterán T-34/85-as harckocsi „idős korokra” való tekintettel érkeztek tréleren (Fotó: H. Á.)

hőbortjának tartották, ám mára a hadsereg fontos eszközévé vált. Az orosz fegyveres erők tervezik egy nagyobb, hasonló jármű használatát is, amelynél a fegyverkezelő a vezető mellett helyezkedik el, és az eszköz nagyobb fegyverek (akár aknavetők vagy kisebb páncéltörő rakéták szállítására is alkalmas lenne). Ez azonban már inkább egy „buggy” kategória lenne, mint egy quad.

Szorosan a felderítő quadok mögött a kubinkai 45. független gárda felderítődandár AMH 233114 Tigr-M „Тигр-М” GAZ-2975, 4x4-es IMV (Infantry Mobility Vehicle) járművei haladnak, három változatban [3–6]. A könnyű páncélozott szállítójárművek feladatai elsősorban a felderítés és a járőrözés. Az első négy járművön a bűvönnyílás mellett, a menetirány szerinti jobb oldalon, egy 30 mm-es AGSZ-17 (АГС-30, АГС-17 „Пламя”) automata gránátvető látható, kiegészítve bal oldalon egy 7,62 mm-es 6P41 PKP géppuskával (5. ábra). Az oszlop közepén haladó három járművet egy belső térből irányítható 12,7 mm-es 6P49MT Kord nehézgéppuska-komplexummal szerelték fel (Arbalet-DM) (6. ábra). A járműveket a 158 kW (215 LE) teljesítményű négyhengeres Jamz-5347-10 (ЯМЗ-5347-10) dízelmotor hajtja. [7] Az oszlopot három Kornet D1 (Корнет-Д1) komplexum zárta: egy GAZ-2975 platformra szerelt módosított Kornet-EM irányított páncéllhárító rakétarendszer (7. ábra). A komplexum képes egy másodperc alatt két irányított rakétát is indítani, amelyek akár ugyanarra, akár két különböző célra is irányozhatóak. Egy célra több rakétát azért érdemes indítani, mert, ha aktív védelmi rendszer működik a harckocsin, akkor az egyik rakétát a védelmi rendszer nagy valószínűséggel meg fogja semmisíteni, de nem elég gyors, hogy a másodikra is reagálni tudjon. A rakéták hatótávolsága 150-1000 méter, egyenként 7 kg TNT ekvivalens robbanótöltettel rendelkeznek (a harci részek tandem kumulatív vagy termobarikus kivitelben is készülnek). A járműre szerelt indítóállvány nyolc rakéta befogadására alkalmas.

A GAZ-2975 típusú járművek 2006 óta állnak rendszerben az orosz haderőknél. A díszszemlén több helyen előfordult ez az eszköz, főként parancsnoki felvezetőként, illetve egyes alakulatoknál menetbiztosítóként.

A soron következő alakzat az orosz katonai rendszert három Kamaz-53949 (9. ábra) és kilenc Kamaz-63968 (8. ábra), Táifun-K (Таифун-К), többfunkciós moduláris páncélozott, aknarobbanás ellen védett szállító teherautóiból állt (angol kategóriánév, MRAP – Mine-Resistant Ambush Protected) [8–12]. A járművek a 2010-ben indított Táifun program tagjai, amelyekből a háromtengelyes változat a 2014-es, míg a kéttengelyes változat 2018-as győzelem napi díszszemlén mutatkozott be a nagyközönségnek. A régebbi változat a





3. ábra. A második világháború frontjainak zászlóit a felderítőegységek gyorsreagálású egységei vonultatják fel

3 fős személyzetén kívül 16 utast tud szállítani (főbb paramétere: hosszúság 8200 mm, szélesség 2500 mm, magasság 2930 mm, 6x6 kerékképlet, első 2 tengely kormányzott). A gépjárműveket egységesen az EURO4 besorolású, 331 kW (450 LE) teljesítményű, 6 hengeres soros turbódízel JM3-5367 (ЯМЗ-5367) típusú motor hajtja. A motor nyomatékát 8 fokozatú automatizált sebességváltó és kétfokozatú osztómű továbbítja a tengelyekhez. A jármű maximális sebessége műúton eléri a 105 km/h-t, hatótávolsága 1200 km.

4. ábra. A VDV katonái az AM-1 típusú könnyű katonai járművön. Elöl, a harcjárműhöz készített állványon a 7,62 mm-es 6P41 PKP géppuska látható (Fotó: H. Á.)



Az aknarobbanás elleni védelmet az alváz aljának „V” alakú kiképzése és a robbanás energiáját elnyelő ülések biztosítják (egészen 8 kg TNT ekvivalens energia elnyelésére képesek). A lövedékek és repeszek elleni védelmet a többszörösen laminált üveg és a kerámia-acél-kompozit páncél adja, amely ellenáll még a 14,5 mm űrméretű B32-es típusú páncéltörő gyújtólövedéknek is. A jármű teljes tömege 21 tonna. A gépjárművet számos kamerával látták el. A videórendszer a gépjármű irányítását is segíti abban az esetben, ha a szélvédőn át a kilátás nem lehetséges. A gépjármű teljes ABV elleni védelemmel, túlnyomásos belső térrel rendelkezik. A felső búvónyílás elé a belső térből irányítható 12,7 mm-es Kord géppuska is szerelhető. A 2017-es díszszemlén ezek nem voltak láthatók, csak a katonai rendész változatot mutatták be.

A Kamaz-53949 „Typhoon-K” 4x4 (Тайфун-К 4x4) páncélozott, aknarobbanás ellen védett csapatszállító kerekes gépjármű (MRAP) [12–14]. A jármű a Typhoon páncélozott gépjárműcsalád legkisebb tagja, amely változatok jelenleg a déli katonai körzet különleges erőinél vannak rendszerben.

A jármű passzív védelmét a kombinált acél-kerámia páncélzat látja el. A Kamaz-53949 4x4-es kerékképletű, össztömege 15,7 tonna, műúton eléri a 105 km/h végsebességet. A jármű hatótávolsága meghaladja az 1000 km-t.

A „Typhoon” alkalmazási területe igen széles, személy és szállítmány transzportálásra még aknaveszélyes területeken is alkalmas. Katonai oszlopok biztosítására, tűztámogatására, sebesültszállításra, egyes műszaki feladatok támogatására, sugár-, vegyi és biológiai felderítő járműként is jó alkalmazható. Továbbá parancsnoki harcálláspontként, illetve felderítő járműként is használható.



5. ábra. A parancsnoki Tigr-M, AGSZ-30 automata gránátvetővel és 7,62 mm 6P41 PKP géppuskával

A jármű befoglaló méretei: 6760 mm hosszú, 2540 mm széles és 2840 mm magas, hasmagassága 433 mm. 60%-os lejtőt képes leküzdeni, felborulásig oldalsó dőlést 30%-ig képes elviselni. Lépcsómászó képessége 0,6 méter, árok-áthidalása 0,5 méter. Minden különösebb előkészítés nélkül 1,5 méter (1,75 méter felkészítéssel) gázlóképeséggel rendelkezik.

A jármű négy oldalsó ajtóval és egy hátsó ajtóval rendelkezik. A tetőn két további zárható búvónyílás található, megfigyelési, tüzelési, illetve vészkijárat funkcióval.

A gépjárművet az 1978-ban alapított Remdizel vállalat gyártja, amely a Kamaz gyár motorjavító üzeméből alakult és napjainkra a Kamaz motorok és hajtóművek, illetve a Kamaz-43269 jármű fejlesztőjévé vált. A tervezésnél nagy figyelmet fordítottak arra, hogy a jármű alkatrészei lehetőleg minél nagyobb részben csereszabatosak legyenek más Kamaz gyártmányú teherautókéval. A páncélvédett jármű 2 fő személyzet és 8 fő deszant szállítására képes. A jármű saját tömege 13,7 tonna és további 2 tonna hasznos teher szállítására alkalmas. A jármű mozgékonyágát a Cummins 6ISBe 350 P-6-os motor biztosítja, amelyhez egy hatfokozatú automata váltórendszer csatlakozik. A motor 257 kW (350 LE) és 1090 Nm forgatónyomatékot szolgáltat. A jármű fajlagos teljesítménye 20,2 LE/t. A kerekek közötti, valamint a tengelyközi differenciálművek egyaránt automatikusan zárhatók. A kerékabroncsok központi nyomásszabályzó rendszerrel szabályozhatók, ezzel is nagymértékben segítve a jármű terepjáró képességét. A páncélzat a személyzetet egészen a 14,5 mm-es B32-es és páncéltörő gyújtó lötszerek hatásától megvédi. A jármű teste alatt 8 kg, míg a kerekek alatt 10 kg TNT-vel egyenértékű aknarobbanásig garantálják a személyzet biztonságát. Ez nagymértékben a jármű fenéklemezének V alakú, „szendvics” páncélzatának köszönhető. A jármű rendelkezik egy stabilizált, távirányított fegyvertoronnyal (Arbalet-DM). A fegyverrendszerre igény szerint többféle fegyver is felszerelhető, többek között 7,62 mm-es PKTM géppuska, valamint 12,7 mm-es Kord, illetve 14,5 mm-es KPVT nehézgéppuska. Azonban a díszszemlén a fegyverrendszer nem szerepelt. Ezen felül, a jármű további felszereléshez tartozik egy kibocsátási jelcsökkentő rendszer, egy teljes körű videomegfigyelő rendszer és egy automatikus tűzoltó rendszer. A járművet fejlett diagnosztikai rendszerrel is ellátták, amely álló helyzetben és menet közben folyamatosan ellenőrzi a berendezéseket és tájékoztatja a személyzetet. Az aktív kerékfelfüggesztés folyamatosan észleli a terepváltozásokat és hidro-pneumatikusan szabályozható

független felfüggesztésen keresztül folyamatosan állítja a magasságot és a dőlésszöveget a hatékony közlekedéshez. A vezető felülbíráhatja a rendszert, illetve a rugózás-keményiség karakterisztikáit és a gépjárműtest pozícióját is befolyásolhatja.

A soron következő eszköz szintén az Orosz Katonai Rendészethez tartozó Ural-63095 Tájfűn-U (*Урал-63095 Та́йфун-У*) MRAP (10. ábra) [9–12]. Ez a gépjármű az Uráli Autógyár terméke, 6×6-os kerékképletű, a hátsó tengelyek ikertengely elrendezésűek. A jármű maximális sebessége műúton eléri a 100 km/h-t, hatótávolsága 1400 km. A 24 tonnás gépjárműnél a Tájfűn-K-hoz hasonlóan a személyzet létszáma 3+16 fő, a terepjáró képessége viszont annál kedvezőbb (60° lejtőmászó képesség, lépcsómászás 0,6 méter, gázlóképeség 1,8 méter). A Tájfűn-U-t a 2015-ös győzelem napi díszszemlén láthattuk először. A járművet

sikeresen alkalmazták a szíriai műveletekben, és először vettek részt díszszemlén kék villogóval felszerelt katonai járművek.

A következő két gépjárműtípus a 2018-as díszszemle egy későbbi részében szerepelt. Természetesen nem akarjuk utólag átírni a győzelemnapi díszszemle forgatókönyvét, amely az eszközök sorrendjét pontos tervezés alapján állapította meg, azonban a cikksorozat felépítése szempontjából egyetlen változtatást mégis célszerű megengednünk. Így jól szemléltethetők az orosz hadiiparban a közel múltban végbement kerekcs páncélozott szállítóeszközök fejlesztési irányai és az eszközök is könnyen összehasonlíthatók lesznek egymással.

A menetet a Rosgvardija 6 db Kamaz-435029 Patrul-A (*КамАЗ-435029 Патруль-А*) és 3 db Ural-432009-0020-73 Ural-VV (*Урал-432009-0020-73, Урал-ВВ*) páncélozott szállító jármű (MRAP) folytatta, egy Rosgvardija GAZ-233115 „Tigr-M” felvezetésével. E járművek külön érdekessége, hogy a bemutatott példányokat nem a hadsereg, hanem a belügyminisztérium, valamint a Rosgvardija számára fejlesztették ki. Ezért – bár messziről hasonlóknak tűnnek az előbb tárgyalt eszközökhöz –, feladatköriükből adódóan azonban más szempontok szerint készültek. Egyik ilyen, az előzőleg bemutatott eszközöktől eltérő lényeges szempont a városban történő, felvezetés és külön irányítás nélküli szabad közlekedés, ami a régebben rendszerben lévő BTR-eknél nem volt lehetséges.

A Rosgvardija (*Федеральная служба войск национальной гвардии Российской Федерации*) az Orosz Fő-

6. ábra. Tigr-M, Arbalet-DM távvezérelt géppuskamodullal





7. ábra. Tigr-M, Kornet D1-es irányított páncéltörő rakétakomplexummal (Fotó: H. Á.)

deráció Nemzeti Gárdája, Oroszország belső katonai erejét képviseli, amely önálló fegyveres szervezet. A 2016-ban létrehozott Rosgvardija az orosz elnök, Vladimir Putin közvetlen alárendeltségébe tartozik. A felvonuló gépjárműveken a Rosgvardija katonái 9×39 mm-es (6P30) ASZ VAL (9×39 6n30 AC-Ban) gépkarabélyokkal díszeltek (12. ábra).

A Patrul-A (патруль-А – 11. ábra) egy aknarobbanásnak ellenálló páncélvédetségű, könnyű személyszállító terepjáró gépjármű (MRAP) [15–16]. Amikor az első Patrul páncélaúto tervei megjelentek, az orosz belügyminisztériumnak még nem voltak ehhez hasonló képességekkel rendelkező jár-

művei. Páncélvédetséggel ellátott gépjárműként kiválóan alkalmas járőrözésre, konvojok kísérésére-támogatására, felderítésre, harctéri mentő- és parancsnoki járműszolgálat teljesítésére és egyéb szállításra. A rendőrség, kiváltképp a különleges egységei, illetve a rohamrendőrség azonnal felfigyelt a jármű kedvező tulajdonságaira. A csapatok szakértői javaslatai alapján módosították az eredeti terveket, így kerültek megkülönböztető jelzések a járművekre. Megváltoztatták az ajtók számát és elhelyezését és alkalmassá tették távirányítású géppuskakomplexum befogadására is. A díszszemlén felvonult Patrul-A-t a Rosgvardija megrendelésére

8. ábra. A katonai rendészet kék villogóval felszerelt Táifun-K Kamaz típusú szállítójárműve



készítették, így az külső fegyverzettel nem rendelkeznek. A járművet a Kamaz-43501 4x4-es kerékképletű terepjáró teherautó alapján fejlesztette a Naberezhnye Chelny „Astais” (Набережные Челны Астейс) vállalat. A fejlesztésnél a megfelelő katonai elveket követve, nagy hangsúlyt fektettek az eredeti Kamaz gépjárművel azonos, csereszabatos alkatrészek alkalmazására, valamint drasztikusan csökkentették a külföldről importált alkatrészek és egységek felhasználását. Így a gépjármű kiszolgálását elvileg bármely Kamaz szervízben el lehet végezni.

A „Patrul” első változatát a 192 kW-os (261 LE-s) Cummins ISBe 6.7 250 dízelmotorral szerelték, amelyhez egy 9 fokozatú ZF9S1310 váltó csatlakozott, azonban 2015-től a rendelkezések szerint a Kamaz-740.652-260 motorral és Kamaz által gyártott váltóművekkel helyettesítették [17]. A gépjármű ezzel az erőforrással műúton eléri az óránként 100 km/h-s sebességet. A felfüggesztésnél meghagyták a hagyományos hidas konstrukciót féllleptikus rugókkal. A jármű keréktávja 4180 mm, hasmagassága 380 mm, árok-áthidaló képessége 600 mm, lépcsómászó képessége 500 mm, gázlóképessége 1750 mm. A jármű hatótávolsága műúton 1000 km.

A motor a vezetőfülke előtt kapott helyet, így a jármű csőrös kialakítású. A gépjármű (vezetővel és parancsnokkal együtt) 10 teljesen felfegyverzett személy, illetve 1,5 tonna teher szállítására alkalmas az egyterű, 12,5 m³-es kocsiszekrényben. A létszámot is korlátozni kellett a tervezésnél, hogy a jármű méretét és tömegét csökkenteni tudják. A maximális vontatható tömeg eléri az 5 tonnát. A jármű oldalán 2-2 ajtó található, illetve a könnyebb kiszállítás érdekében egy további ajtót helyeztek el a jármű hátulján. Az első tervezet szerint jóval erősebb páncélzattal látták volna el a járművet, azonban a teherbírása erre már nem volt alkalmas. Így a 12 tonnát nem meghaladó össztömeggel volt szükséges tervezni a felépítményt. Ezzel a jármű kellő védelmet biztosít a 7,62 mm-es páncéltörő lövedékek ellen (5-ös szintű védelemnek megfelelően – lásd: Ural-VV) és megvédi az utasokat a 2 kg TNT-vel egyenértékű (akna- vagy IED-) robbanásoktól, amelyek a jármű haspáncélját vagy a kerekei alatti részt érhetik. A járművet exportra is tervezték, amely változat alapvetően nem fog eltérni az oroszról, azonban egy jobb kormányos módosítást is tervezik a külföldi piacra.

Az Ural-VV (Урал-ВВ – 12. ábra) egy aknarobbanástól védett páncélozott terepjáró gépjármű (MRAP), amelyet az „Ural-4320” terepjáró járműből fejlesztették tovább, együttműködve az Orosz Acélkutató Intézettel [18–20]. A választás a jól bevált (nálunk is rendszerben lévő) 6x6-os kerékképlettel rendelkező 4320-as alváza esett, mert ez a modell felelt meg legjobban a megbízhatósági és karbantartási követelményeknek. Az Ural-VV érdekessége (a 4320-astól eltérően), hogy a kezelőfülke és a hátsó utas/rakodótér egyterű elrendezésű, így a vezető állandó kapcsolatban áll a személyzettel. További előnye, hogy a belső elrendezés és a különböző felszerelések helykihasználása a feladattól függően optimalizálható. Jelenleg az Ural-VV két verzióban készült el, az egyik az „Ural-432009-31”, a másik az „Ural-432009-73”, amelyek alapvetően a motor és a hajtáslánc paramétereiben különböznek. A díszszemlén felvonult változatoknál a YaMZ-53642.10, 209 kW-os (285 LE-s) motort és a 9 fokozatú manuális sebességváltót építették be [21–22]. A jármű tömege 18 500 kg, maximális sebessége műúton 90 km/h, szállítható hasznos terhe 3000 kg. Az Ural-VV karosszériája különböző vastagságú páncélzatból áll, amely képes megvédeni a legénységet a gyalogsági lövedékektől, repeszekről, valamint az aknarobbanástól és az improvizált robbanó eszközöktől. A jár-



9. ábra. A Tájfun-K 4x4 a 8. ábrán látható szállítójármű „kistestvére”

művön három oldalsó és két hátsó ajtó helyezkedik el. A személyzet gyors evakuálására ezek az ajtók szolgálnak: kifelé nyílnak és pajzsként védik a járművet elhagyó katonákat. A további menekülési lehetőséget a tetőn elhelyezett búvónyílások biztosítják. A jármű első része hatos osztályú, míg az oldalsó elemei ötös osztályú aknarobbanás védeltségi szinttel rendelkezik.

A jármű 1 fő vezető (kezelőszemélyzet) és további 14 (akár 16) személy szállítására alkalmas. A jármű páncélzata megfelelő védelmet nyújt 5,45 mm-es, 5,56 mm-es és 7,62 mm-es páncéltörő lövedékek ellen. Emellett elől erősített páncélzattal látták el a páncéltörő lövedékek ellen. A jármű ellenáll 2 kg TNT-vel egyenértékű aknarobbanásnak. A Rosgvardija teherautói alap változatban nincsenek ellátva külső fegyverzettel, de a jármű igény szerint felszerelhető az Arbalet-DM távirányítható géppuskakomplexummal is.

A jó kilátás és a vezetés megkönnyítése érdekében a fejlesztők nagy méretű páncélozott szélvédővel látták el a járművet. A szélvédő üveg 6-os szintű, míg az oldalsó falak, ablakok és a tető 5-ös szintű (GOST-R-50963-96 szabvány szerinti) védelmet nyújt. A motortér saját páncélozott házával (3-as szintű védeltségi szint), továbbá a motor és a sebességváltó/osztómű-szekrények saját repeszvédelemmel rendelkeznek. Ezt a megoldást a harci tapasztalatok alapján tervezték. Valószínűsíthető, hogy jövőben az Ural-VV a páncéltörő szállító járművek családjának alapját fogja képezni. Az üzemanyagtartályokat saját pajzs védi a lövedékek és a repeszek ellen. Az utasok ké-

10. ábra. A katonai rendészet két villogóval felszerelt Tájfun-U Ural típusú szállítójárműve (Fotó: H. Á.)





11. ábra. A Patrul-A egy másik funkciójú robbanásbiztos csapatszállító, itt a Rosgvardija számára gyártott verzióval (Fotó: H. Á.)

nyelméről külön hűtő/fűtő klímarendszer gondoskodik, az aknarobbanás hatását pedig energiaelnyelő rugózott ülések csökkentik. Fontos szempont, hogy a páncélozott Ural-VV a közúti közlekedésre alkalmasnak minősített járművek közé tartozik, ezért közlekedéséhez felvezetés nem szükséges. A jármű további harcászati és technikai paraméterei: hossza 8550 mm, szélessége 2550 mm, magassága 3100 mm. Vontatható tömeg 11,5 tonna. A jármű hasmagassága 400 mm, lejtómászó képessége 60%. Rendelkezik összabroncs-nyomásszabályzóval. A hajtásláncban a differenciálművek mind a kerekek között, mind a tengelyek között zárhatóak. A 2 db, egyenként 200 literes üzemanyagtartálynak köszönhetően a jármű hatótávolsága eléri az 1100 km-t.

A bemutatott konstrukciókból jól látszik, hogy az orosz fegyveres erőknél nagy hangsúlyt fektetnek a katonák megfelelő védelmére és ergonomikus járművekkel történő szállítására. A motorok hatásfokának javításával – a nagy tömegű páncélzat ellenére – a járművek nagy hatótávolsággal rendelkeznek. A verziók sokféleségéből kitűnik, hogy sajnos nincs egyetlen tökéletes megoldás, hanem a feladatoktól függően, optimalizálni kell az egyes járműveket. Azonban az is jól látszik, hogy a különböző típusok

ellenére a fejlesztők az alkatrészek legnagyobb csereszabotosságára és a hazai ipar lehetőség szerinti legjobb kihasználására törekednek.

A láncaltapas szekciót a Vörös Zászló érdemrenddel kitüntetett 27. független „Szevasztopol” gárda gépesített lövészdandár Kurganyec 25 (Курганец-25), 25 tonnás „közép nehéz” páncélozott gyalogsági harcjárműve nyitotta meg (1. ábra). Az oszlopot a parancsnoki és további négy harcjármű alkotta egyazon változatból. A harcjármű egy olyan láncaltapas univerzális moduláris egyesített platformra épült, amely számos változatra adaptálható. A felvonuló változat a nehéz kivitelű gyalogsági harcjármű (6 fő deszanttal). Létezik egy másik, könnyebb fegyverzettel ellátott páncélozott szállító verzió is (8 fő deszanttal). A harcjármű 80 km/h maximális sebességre képes és közepes tömege ellenére teljesen úszóképes [23–27].

A nehéz kivitelű változatot (Object 695) a Bumerang-BM (Бумеранг-БМ) távirányított kombinált toronyfegyverzettel szerelték fel. A harcjármű fő fegyverzete a 30 mm-es 2A42-es gépágyú, (amelyet 160 páncéltörő és 340 repeszromboló lövedékkel láttak el). A gépágyú a 30×165 mm-es lőszerből két különböző tűzgyorsasággal képes tüzelni: alacsony 200-300 lövés/perc illetve gyors 500-600 lövés/perc. A gépágyú, gyengén páncélozott célokra 1500 méter lőtávolságig, élőerőre akár 4000 méterig hatásos. A fő fegyverzettel párhuzamosított 7,62 mm-es 6P7K PKTM géppuska 2000 töltényes hevederrel biztosítja a kiegészítő fegyverzetet. A torony mindkét oldalán 2 db Kornet-EM irányított páncéltörő rakétát helyeztek el, amelyeket egy, illetve két különálló célra lehet egyszerre indítani. A rakéta rendszere megegyezik a fent említett TIGR (Kornet D) eszközön használtakkal. A jármű harci túlélő képességét a kerámia-kompozit páncél, reaktív páncélzat, valamint az „Afganit” aktív védelmi rendszer biztosítja. Az aktív védelmi rendszer – amely a T-14-esen és a T-15-ösön használt rendszer egyszerűbb változata – mikrohullámú Doppler-radarrel rendelkezik. Az ellencsapás rendszerének kilövőcsövei a torony alatt oldalanként hat vetőcsővel radiálisan helyezkednek el, valamint további két-két vetőcső a harci test elején előre mutatva kapott helyet.

A Kurganyec könnyebb változata (Object 693), egy páncélozott szállító harcjármű, amelynek fő fegyverzete egy

12. ábra. Ural-VV a Tájfün-U polgáribb változata. A gépjárművön a Rosgvardija 9×39 mm-es AS VAL gépkarabéllyal felszerelt katonáival





13. ábra. BMP-3-as páncélozott gyalogsági harcjármű (Fotó: H. Á.)

távírányított 12,7 mm-es 6P49 Kord nehéz géppuska. Ez a változat egyszerűbb aktív védelmi rendszert kapott. Az ellenlővényt végző rendszer vetőcsöveit e típuson csak a toronyban helyezték el, ellentétben a másik változattal, amelynél a vetőcsövek nagyobb számban a páncéltesten is helyet kaptak. A harcjármű egyik szembetűnő jellegzetessége a kifejezetten szélesen kiálló, a láncfalpakat és görgőket oldalról igen jól elfedő passzív védelmi rendszer (dinamikus reaktív páncélzat). A torony (a fegyverzettel, lőszerrel és a rakétákkal) teljesen elzárt a motortól és a küldőtérrel. Ezekből a megoldásokból jól kitűnik, hogy a személyi védelem és a kényelem egyre fontosabb követelmény a korszerű orosz haditechnikában.

A Kurganyec 25 rendszer (mindkét változata) a 2015-ös győzelem napi díszszemlén mutatkozott be először a nagyközönségnek.

A Kurganyec után ugyanannak az alakulatnak hat BMP-3 típusú gyalogsági harcjárműve következett (13. ábra) [28–33]. Az 1987-ben készült konstrukció még mindig megállja a helyét a modern hadszíntereken: a könnyű, mozgékony, úszóképessé vált kedvelt harceszköz a modern gépesített lövészelakulatoknak. A páncélzata gyengébb, mint az előzőleg említett Kurganyec típusé, de a 200 méter távolságról kilőtt, 12,7 mm űrméretű, nem páncéltörő lövedékek ellen még biztos védelmet nyújt. A 18,7 tonnás harcjármű hat torziós rugózással ellátott kiskörgőcs felfüggesztéses láncfalpas alvázatot használ. Mozgékonyaságáról az 500 LE-s UTD-29M típusú dízelmotor gondoskodik, 29 LE/t fajlagos teljesítménnyel. A 3 fős kezelőszemélyzet mellett 7 személyt képes szállítani, emellett további 2 fő elhelyezése a jármű első részében van lehetőség. A legmodernebb aktív védelmi rendszerrel

nem rendelkezik, azonban opcionálisan felszerelhető reaktív páncélzattal, „Stora”, zavaró rendszerrel és a régebbi „Arena-1” védelmi rendszerrel. Ezek mellett a harcjármű komoly tűzerővel is rendelkezik. Fő fegyverzete a 100 mm űrméretű 2A70 típusú huzagolt csövű (alacsony torkolati sebességű) ágyú, amely hagyományos lőszer kilövése mellett képes a 9M117-es lézertávirányított páncéltörő rakétát (9K116-1 „Бастуон”) is indítani. A löveg automata töltővel rendelkezik. Az ágyúval párhuzamosítva egy 30 mm-es 2A72-es gépágyút is beépítettek, amely a nálunk is használt BTR-80/A toronyfegyverzete. [32] Tűzgyorsaság 400 lövés/perc. A kiegyensúlyozottabb működés és a tüzelési pontosság érdekében, közvetlenül a 30 mm-es 2A72 típusú gépágyú csőtorkolatánál rögzítésre került a 100 mm-es 2A70-es ágyúhoz. Kiegészítő fegyverzetként a harcjármű 3 db 7,62 mm-es 6P7 PKT géppuskát is kapott. A fegyverek a Bahcsa (Бахча) harci toronyban kaptak helyet. A 100 mm-es 2A70 típusú ágyú hatósávja 4 km-t, míg a 30 mm-es 2A72-es gépágyú 2 km-ig hatósávja [32–33]. A BMP sorozatot – egyes források szerint – a Kurganyec rendszerrel kívánják leváltani. Az eszköz már nem a legmodernebb, azonban fejlesztése tovább folyik. Az első teljesen autonóm (személytelen) BMP-t éppen ebből a típusból fejlesztették ki. Számos átalakításon, automatizáláson és robotizáláson esett át, valamint megkapta az önműködő és távirányítható Bumerang-BM tornyot teljes fegyverzettel (az eszköz jelenlegi elnevezése „UDAR”, БМП УДАР) [31].

Sorozatunk következő részében a modern orosz páncélos technikával foglalkozunk.

(Folytatjuk)

IRODALMI HIVATKOZÁSOK¹

- [1] Боевой, ударный квадроцикл: на что способен армейский мотовездеход, Дмитрий Сергеев, .2015.11.01. <https://tvzvezda.ru/news/forces/content/201511010808-rpe1.htm> [2019.03.18.];
- [2] Армейский мотовездеход АМ-1, Военное обозрение, Юфев Среп, 2016.11.17/, <https://topwar.ru/103864-armeyskiy-motovezdehod-am-1.html> [2019.03.18.];



- [3] Kornet-em, multi- purpose long-range missile system, kbp tervezőiroda katalógusa: <http://www.kbptula.ru/en/productions/antitank-guided-weapon/kornet-em/automatic-launcher-on-carriers> (2017.12.01) [2019.03.18.];
- [4] В Туле прошли испытания нового ПТРК „Корнет-Д”, 2011.08.09, Информационно - новостная система Ракетная техника, <http://rbase.new-factoria.ru/news/v-tule-proshli-ispytaniya-novogo-ptrk-kornet-d/> [2019.03.18.];
- [5] „Корнет-ЭМ”: новый этап развития противотанковых ракетных комплексов 2012.03.12.: Юфев Сергей, (Juferev Szergej) Военное обозрение, <https://topwar.ru/12982-kornet-em-novyy-etap-razvitiya-protivotankovyh-raketnyh-kompleksov.html> [2019.03.18.];
- [6] Многоцелевой Ракетный Комплекс Большой Дальности <http://www.kbptula.ru/ru/razrabotki-kbp/ptrk/kornet-em-na-baze-aru> [2019.03.18.];
- [7] Двигатели ЯМЗ-5347, ЯМЗ-5347-10, ЯМЗ-5347-20 (в комплектности со сцеплением), Руководство по эксплуатации, 5347.3902150 РЭ. ОАО „АВТОДИЗЕЛЬ” (Ярославский моторный завод), ЯРОСЛАВЛЬ • 2012;
- [8] 9 Мая на Красной площади пройдут „ТАЙФУНЫ”, Техника уже прибыла в Алабино, где проходит все этапы подготовки к параду, ВИКТОР БАРАНЕЦ, Комсомольская Правда, 2014.04.02. <https://www.kp.ru/daily/26214/3098489/> [2019.03.18.];
- [9] На Параде Победы покажут „убийцу танков”, „Тайфун” и новейший „Тор”, Гудок, 2014, <http://www.gudok.ru/sujet/mayskie-prazdniki-v-moskve/?ID=1148756> [2019.03.18.];
- [10] Технические характеристики КамАЗ Тайфун, Александр Бабко, <http://www.autowp.ru/kamaz/tajfun/specifications/> [2019.03.18.];
- [11] Придут ли „Тайфун” и „Рысь” в армию?, Оружие России, 2011.12.24., <http://www.arms-expo.ru/news/archive/pridut-li-tayfun-i-rys-v-armiyu-24-12-2011-10-26-00/> [2019.03.18.];
- [12] Российский „Тайфун” долетел до Сирии, Перспективные броневые автомобили повышенной защищенности на службе военной полиции, Владимир Тучков, Свободная Пресса, 2017.01.06. <http://svpressa.ru/war21/article/163772/> [2019.03.18.];
- [13] Kamaz-53949 Typhoon-K Armoured Vehicle: <https://www.army-technology.com/projects/kamaz-53949-typhoon-k-armoured-vehicle/> [2019.03.18.];
- [14] Typhoon K-53949 „Typhoon 4x4” На «Дне инноваций ЮВО» впервые был представлен броневый автомобиль «Тайфуненок» https://function.mil.ru/news_page/country/more.htm?id=12059732@egNews [2019.03.18.];
- [15] Patrul-A. <http://www.army-guide.com/eng/product5274.html> [2019.03.18.];
- [16] Броневый автомобиль «Патруль». Последние новости, Рябов Кирилл, 2017.11.10. <https://topwar.ru/126852-broneavtomobil-patrul-poslednie-novosti.html> [2019.03.18.];
- [17] <https://dim-auto.ru/catalog/kamaz/43502-54285/dvigatel-s-oborudovaniem-740652-260-740652-1000412-3072487>. [2019.03.18.];
- [18] Бронированный Урал-4320-BB для МВД Щит и меч 16.12.2013 0 комментариев 1,025 Просмотров
- [19] http://otvaga2004.ru/fotoreportazhi/vystavki-vooruzheniya/ural-4320vv-rae-2013_2/ [2019.03.18.];
- [20] БРОНИРОВАННЫЙ СПЕЦАВТОМОБИЛЬ «УРАЛ-BB», <http://bastion-opk.ru/ural-vv/> ОБТ «ОРУЖИЕ ОТЕЧЕСТВА» А.В.Карпенко;
- [21] Gyári katalógus: ДВИГАТЕЛЬ ЯМЗ-536, ЕВРО-4, https://www.uralst.ru/node/motor_yamz_evro4.php [2019.03.18.];
- [22] Motor gyártó katalógusa Характеристики двигателя ЯМЗ-536, <http://www.yamzopt.ru/catalog/yamz/engines/euro-4/euro4-l6t-536.html> [2019.03.18.];
- [23] Универсальный боевой модуль «эпоха» («бумеранг-бм»), невский бастион» А.В.Карпенко, <http://nevskii-bastion.ru/epoha/> 2017.10.25/ [2019.03.18.];
- [24] Russia Hopes Its New Super Combat Vehicle Will Rule the Battlefield, Nationalinterest, Sebastien Roblin, 2016.07.30, <http://nationalinterest.org/feature/russia-hopes-its-new-super-combat-vehicle-will-rule-the-17192> [2019.03.18.];
- [25] Боевой модуль «Бумеранг-БМ», Рябов Кирилл, Военное обозрение, 2014.01.22 <https://topwar.ru/38687-boevoy-modul-bumerang-bm.html> [2019.03.18.];
- [26] 2А42, 30-ММ АВТОМАТИЧЕСКАЯ ПУШКА, <http://www.kbptula.ru/index.php/ru/razrabotki-kbp/strelkovo-pushechnoe-i-granatometnoe-vooruzhenie/pushechnoe-vooruzhenie/2a42> [2019.03.18.];
- [27] БОЕВЫЕ МАШИНЫ ПЕХОТЫ, С. Федосеев Москва • АСТ • Астрель 2001
- [28] СССР/Россия. БМП-3, <http://btvt.narod.ru/4/bmp3/bmp3.htm> [2019.03.18.];
- [29] Russia defence industry unveils the UDAR first unmanned BMP-3 infantry fighting vehicle, World Defence, 2015.10.05, <https://world-defence.com/threads/russia-defence-industry-unveils-the-udar-first-unmanned-bmp-3-infantry-fighting-vehicle.3160/> [2019.03.18.];
- [30] Роботизированный БМП «Удар» с тульским боевым модулем, Военное обозрение, 2015.10.08., <https://topwar.ru/83997-robotizirovannyy-bmp-udar-s-tulskim-boevym-modulem.html> [2019.03.18.];
- [31] „Удар”, еще „Удар”, Алексей Рамм, Военно-промышленный курьер, Москва, 2015.12.22, <https://vpk-news.ru/articles/28600> [2019.03.18.];
- [32] 2А72, 30-ММ АВТОМАТИЧЕСКАЯ ПУШКА, <http://www.kbptula.ru/ru/razrabotki-kbp/strelkovo-pushechnoe-i-granatometnoe-vooruzhenie/pushechnoe-vooruzhenie/2a72>, [2019.03.18.];
- [33] 2А70, 100-ММ ОРУДИЕ – ПУСКОВАЯ УСТАНОВКА, <http://www.kbptula.ru/ru/razrabotki-kbp/strelkovo-pushechnoe-i-granatometnoe-vooruzhenie/pushechnoe-vooruzhenie/2a70>, [2019.03.18.].

JEGYZETEK

1 A cikkben közölt összes adat és megállapítás az itt felsorolt szabad forrású irodalom alapján készült.

Vincze Gyula*

KZO kis méretű, pilóta nélküli felderítő-célmegjelölő repülőgépes rendszer

AKZO (Kleinfluggerät Zielortung) egy Rheinmetall Defence Electronics gyártmányú, közepes hatótávolságú, kis méretű, pilóta nélküli felderítő repülőgépes rendszer, amelyet 2005 óta a német szárazföldi haderő felderítő- és tűzér csapatai harcászati felderítésre és célmegjelölésre használnak. Jellemzője a műveleti rugalmasság, gyors telepíthetőség, könnyű kezelhetőség, időjárás-tól és napszaktól független üzemeltethetőség, magas fokú mobilitás és túlélő képesség. A Military Balance 2018 évkönyv képesség-katalógusa szerint a Bundeswehr 44 db ilyen rendszerrel rendelkezik.

Egy KZO rendszerkonfiguráció tíz légi járművet (továbbiakban drónt) és két földi rendszert foglal magába. Mindkét földi rendszer mobil földi irányító állomásból, indítójárműből, adatkapcsolati, karbantartó, valamint drónszállításra és tárolásra szolgáló járművekből, továbbá üzemanyag-feltöltő berendezésből áll.

A starttrakétával induló, tolólégcsavaros, ejtőernyővel és légszákokkal leszálló drónt nagy felbontású infravörös ka-

meramodullal, lézertáv mérővel és célmegvilágítóval látták el. A kompozit anyagokból, lopakodó technológiával épített, vagyis radarelnyelő képességgel bíró kis méretű drón vizuális, infra-, hang- és rádiólokációs felderíthetősége minimális. A fedélzeti (drónirányítási, videokövetési, videotömörítési és videoadat-rögzítési) elektronikát, valamint a GPS vevőegységet – a karbantartási és javítási munkálato-kat megkönnyítendő – közös házban helyezték el. Termi-kus képalkotó kamerájának és jegesedésgátló rendszeré-nek köszönhetően szinte bármely év- és napszakban, időjá-rástól függetlenül képes földi célokról valós idejű álló- és mozgóképek továbbítására a földi irányító állomásra. (Az időeltolás kevesebb, mint egy perc.) Felvevőrendszere lehe-tővé teszi a céladatok tárolását és késleltetett továbbítását.

Az elektromágneses impulzusok és zavaróhullámok, to-vábbá atom-, biológiai és vegyi fegyverek hatása ellen egyaránt védett, szünetmentes áramellátású földi irányító állomáson (Mercedes-Benz hordozójárművön) három lég-kondicionált számítógépes operátori munkahelyet alakítot-

1. ábra. A KZO rendszer 168 kg felszálló tömegű, pilóta nélküli felderítő repülőgépe



ÖSSZEFOGLALÁS: A KZO (Kleinfluggerät Zielortung) a Bundeswehr felderítő- és tűzér csapatai által felderítésre és célmegjelölésre használt kis méretű pilóta nélküli repülőgépes (drón) rendszer. A starttrakétával induló, ejtőernyővel és légszákokkal landoló, toló légcsavaros drón, vezetékek nélküli adatátviteli úton keresztül képes földi célokról valós idejű álló- és mozgóképek közvetítésére a földi irányító állomás számára. Felderítési hatósugara 65–100 km, repülési ideje repülési profilonként 3–5 óra. Az eszköz légiszállítható.

KULCSSZAVAK: KZO rendszer, drón, dróntechnológia, elektronikai hadviselés

ABSTRACT: The KZO (Kleinfluggerät Zielortung) is a small unmanned aerial vehicle (drone) system used by the reconnaissance and artillery units of the German Army for target acquisition and designation. The pusher drone starting with a booster rocket and landing with a parachute and airbags is capable of transmitting real-time still and moving images of ground targets to the ground control station by the use of wireless data transmission. Its reconnaissance range is 65–100 km; flight endurance is 3–5 hours depending on the flight profile. The drone is air transportable.

KEY WORDS: KZO system, drone, drone technology, electronic warfare

* Vincze Gyula ny. mérnök alezredes. ORCID: 0000-0002-3732-4573



2. ábra. Drónfeltöltés szállítójárműből indítókonténerbe

tak ki a felderítéstervezés, drónirányítás, illetve a letöltött céladatok megjelenítése és kiértékelése céljára.

Az egyidejűleg két drón irányítására képes állomáson történik az indítási, repülési és műveleti paraméterek beprogramozása, amelyeket a drón fedélzeti számítógépébe töltenek le. Elstartolás után a drón autonóm módon repül, a földi irányítók azonban a képi információk alapján átprogramozhatják a repülési útvonalat, sőt ráközelíthetnek a célra. A geotracking, illetve videotracking (terepfigyelő vagy videofigyelő) funkciókkal lehetőségük nyílik bizonyos terepszakasz automatikus vagy folyamatos megfigyelés alatt tartani, vagy egy már felderített célt követni és sebességét meghatározni. Az autonóm terepfelderítésre és célkövetésre képes rendszer felderítési hatósugara több mint 100 km. Rádiózavarás mellett 65 km, ami a korszerű tüzérségi rendszerek, mint például a Panzerhaubitze 2000 önjáró tarack hatásos lőtávolságát messze meghaladja. A Flugrevue német szakportál 2017. szeptemberi számában jelezte, hogy a KZO rendszer földi állomásai hardver- és szoftver részét korszerűsítették, NATO-kompatibilissé tették. Németország szeretné ugyanis a KZO-t a Very High Readiness Joint Task Force kötelékében alkalmazni. A földi állomás C-160 Transall vagy C-130 Hercules szállító repülőgéppel légi szállítható.

A drón és a földi állomás közötti kommunikációra adatkapcsolati jármű szolgál. Az adatkapcsolati rendszer földön, illetve a drónon telepített adatterminálokból áll, amelyek nagy mennyiségű adat zavar- és interferenciamentes átvitelére képesek. A parancsjelek drónra történő átvitele, és fordítva, a drónról telemetriai és videojelek földi állomásra való továbbítása radar-frekvenciasávba eső mikrohullámú csatornán keresztül biztosított. Az adatátviteli

3. ábra. Drón az indítókonténerben



rendszer zavarással szembeni védetségét automatikusan egymásra hangolódó igen keskeny sugárnyalábú anténák, szűrt spektrumú frekvenciaugratásos technológia és korszerű jelfeldolgozó módszerek biztosítják. Az EADS Defense Electronics védelmi elektronikája olyan radar-technológiákat alkalmaz, amelyek a GPS-től függetlenül is nagy pontossággal mérik a drón mindenkorai pozícióját, így a bevetések a GPS-hibák ellenére is biztonságosan végrehajthatók.

Az adatkapcsolati jármű, a földi irányító állomáshoz hasonlóan mind az elektromágneses impulzusok és zavaróhullámok, mind az atom-, biológiai és vegyi fegyverek hatása ellen védett.

A drónt egy Mercedes-Benz konténeres indítójárműből – automatikus repülés előtti teszt után – szilárd hajtóanyagú startrakétával indítják, amely a drónt 1,5 s-on belül nulláról 150 km/h-ra gyorsítja. (Általában ezzel a sebességgel repül a be a célterületre is.) A drón erőforrásként egyébként egy 24 kW-os Fichtel & Sachs tolólégcsavaros kéthengeres motor szolgál, amelyet egy kéttollú légcsavarral működtet. (A motort 2010 nyarától a Göbler-Hirth Motoren cég szállítja.) Az indításhoz 100 × 100 méteres, a leszálláshoz 200 × 200 méteres, előzetes infrastrukturális beavatkozást nem igénylő területre van szükség. Mivel a drón nem rendelkezik hagyományos leszállóegységgel, a landolás ejtőernyővel – az ütközést két légzsákkal tompítva –, hasra történik. Leereszkedés után néhány óra múlva újra bevetésképessé tehető. Újabb művelet előtt azonban el kell végezni az ilyenkor szükséges műszaki bevizsgálásokat, és pótolni kell az úgynevezett fogyóeszközöket, az ejtőernyőt, az akkumulátort, a légzsákokat a gázpalackokkal, valamint az üzemanyagot. A drón naponta 4-6 bevetésre képes.

A Bundeswehr 2009 júliusától 2013 októberéig – a kunduzi bázis afgán biztonsági erőknek történő átadásáig – más pilóta nélküli felderítő rendszerekkel együtt, KZO-ot is telepített a német ISAF-misszió védelme érdekében. A mühlhauseni 131. tüzérfelderítő zászlóalj volt az első kötelék, amely a KZO-ot Afganisztánban alkalmazta. Működési területe az észak-afganisztáni Kunduz nyugati völgyének nagyjából 300 km²-es szakaszára koncentrált, az észak-déli főutakra és a Kunduz folyóra fókuszálva. A drónt mind a műveletek előkészítő fázisában, mind azok végrehajtása során, továbbá – az alkalmi robbanóanyagok (IED-ek) telepítését megakadályozandó – őráratózásra, a főutak nappali és éjszakai megfigyelésére használták. Az alkalmazási területen uralkodó légnyomási viszonyok a tényleges tengerszint feletti magasságot körülbelül 3200 méterre csökkentették.

A kedvezőtlen klímaviszonyok, a 400 °C feletti hőmérséklet, az aszály és a nagy por a kiszolgáló állomány tevékenységét nehezítette. A drónok 2010-ben több mint 400 bevetést, 2011. május végéig pedig 600 bevetést és 1000 repülési órát teljesítettek. Repülési idejük átlagosan 3,5-5 óra körül alakult. Olyan célterületek felett, amelyek csak 15 óra alatt voltak felderíthetők, az üzemeltetők úgynevezett átfedéses repülésekkel növelték meg a műveleti időt. A repült órák magas száma miatt a kéthengeres tolómotorok karbantartási időintervallumai lerövidültek. A kunduzi tábor fennsíkon való elhelyezkedése következtében a gyakran kavargó széláramlatok esetenként drónkárosodáshoz vezettek. Az igénybevételek számához képest szinte elenyészőek voltak a veszteségek. Az egyes példányok elvesztését általában nem lelövés, hanem hardver- vagy szoftverhiba okozta. Az adatkapcsolati rendszer útján továbbított képek segítettek a mindenkorai helyzetmegítélés folyamatát és a célfogást, támogatták a földi műveleteket. Jelentő-



4. ábra. KZO földi irányító állomás

sen hozzájárultak a veszélyek korai felismeréséhez és azonosításához, következésképpen a német ISAF-erők védelméhez.

Bundeswehr megrendelésre három KZO modifikációt fejlesztettek ki felderítés, csapásmérés, továbbá elektronikai zavarás céljára. A többféle hasznos teher szállítására képes KZO exportváltozata Tucan néven ismert.

5. ábra. MAN adatkapcsolati jármű 11 méteres antennaárbóccal és mikrohullámú sugárzóval



6. ábra. Start egy Mercedes-Benz indítójármű startkonténeréből



7. ábra. Landolás ejtőernyő és légzsákok segítségével

8. ábra. Művelet utáni visszamálházás egy Unimog U4000 darus szállító-tároló járműbe





9. ábra. Start az afganisztáni Kunduzban

Két elektronikai hadviselési változata is létezik. Ellenséges radar- és rádió-kommunikációs lehallgatás céljára a Fledermaus, rádió- és rádiótechnikai zavarás céljára a Mücke változat szolgál. A zavaró-berendezések 20-110 MHz, illetve 100-500 MHz frekvenciasávban üzemelnek. (Az eredeti rendszert Kínának adták el.) A Rheinmetall dolgozott egy Taifun nevű változaton is, amely elektronikai berende-

zések pusztítására szolgáló nagy energiájú mikrohullámú fegyvert hordozott volna a fedélzetén, de fejlesztését technikai és jogi problémák miatt félbeszakították.

A felderítő képesség növelése érdekében a gyártó kifejlesztett egy bispeciális érzékelőfejet is, amely nagy felbontású termikus képalkotó kamera mellett, egy nagy érzékenységű nap-pali kamerát is tartalmaz.

A dróntechnológia napról napra egyre tökéletesedik, új utakat nyit a hordozó- és platform-miniatürizálás, a szenzorképességek, valamint a repülés időtartamának – a drónok jelenleg a repülési idejük 20-40%-át a műveleti légtérbe való ki- és visszarepüléssel töltik – további növeléséhez. A moszkvai CAST katonai elemzésekkel foglalkozó szervezet egy 2015-ben megjelent tanulmányában azt valószínűsítette, hogy a drónok a jövőben még autonóm-képesebbé válnak. A drónnagyhatalmak, az USA és Izrael mellett Kína, Oroszország, Németország, Nagy-Britannia, Franciaország és Irán piacvezető gyártóinak fejlesztései – érthető okokból – szigorúan titkosak és elérhetetlenek a nem beavatottak számára.

A Bundeswehr Husar néven induló, új drónprogramja szerint a KZO és a Luna közepes hatótávolságú pilóta nélküli harcászati felderítő rendszerek 2020-ra állítólag elérik hasznos élettartamuk felső határát.

FORRÁSOK

KZO Tactical UAV System Overview.

<https://www.uvsr.org/docs/KZO.pdf> [2019.03.14.];

Der Datenlink – DGLR. https://www.dglr.de/fileadmin/inhalte/dglr/fb/l6/workshop2004/7-Kunz/dglr_2004uav_DataLink-Realzeitaufklaerung.pdf [2019.03.14.];

Die Drohnen des Heeres im Einsatz – EMT Penzberg. https://www.emt-penzberg.de/fileadmin/web_data/presse/2011_08_SuT_08_11_S.17-25.pdf [2019.03.14.];

Unbemannte Drohnen und Beobachtungssatelliten Sachstand. <https://www.bundestag.de/resource/blob/406126/a7e9c56a0972eaf19363c26f8a0d01a9/WD-2-016-14-pdf-data.pdf> [2019.03.14.];

EADS to Supply Data-Link for German Army Reconnaissance Drone. [http://www.defense-aerospace.com/article-view/release/67523/eads-datalink-for-german-recce-drone-\(mar-22\).html](http://www.defense-aerospace.com/article-view/release/67523/eads-datalink-for-german-recce-drone-(mar-22).html) [2019.03.14.];

KZO – Freundeskreis der Artillerietruppe e.V. www.freundeskreis-artillerietruppe.de/index.php/die.../39-kzo;

Dr. Ványa László: A pilóta nélküli repülőök fedélzetén alkalmazott zavaró berendezések és a zavarhatékony-ság kérdései. Repüléstudomány 2006, Különszám. www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2006_cikkek/vanya_laszlo.pdf [2019.03.14.];

KZO Reconnaissance and Target Acquisition UAV – Army Technology. <https://www.army-technology.com/projects/brevel> [2019.03.14.];

Rheinmetall KZO – Wikiwand.

www.wikiwand.com/de/Rheinmetall [2019.03.14.];

Germany Upgrades UAV Assets in Afghanistan – Industrie de défense...

<http://fr.viadeo.com/fr/groups/detaildiscussion/?containerId;UAV-Airbus>. www.airbus.com/defence/uav.html [2019.03.14.].

1. táblázat. A KZO főbb műszaki adatai

Paraméterek	Adatok
Hosszúság	2,26 m
Szárnyfesztávolság	3,42 m
Magasság	1 m
Max. felszálló tömeg	168 kg
Max. terhelhetőség	35 kg
Sebesség	120 – 220 km/h
Felderítési magasság	300 – 3500 m
Hajtómű típus és teljesítmény	Fichtel & Sachs 24 kW kéthengeres tolólégcsavaros motor
Max. repülési magasság	4000 m
Felderítési hatósugár zavarás nélkül	100 km
Felderítési hatósugár zavarás mellett	65 km
Helymeghatározás pontossága	max. 50 m
Repülési idő	3 – 5 óra repülési profilonként
Kamera	Zeiss Ophelios WBG FLIR infrakamera
Megengedett szélsősebesség	20 m/s
Fegyverzet	nincs

(Fotók a szerző gyűjteményéből.)

Ott István Dániel*

Argentín tengeralattjárók az Atlanti-óceánon II. rész

Az argentin tengeralattjáró fegyvernem történetének összefoglalása az ARA SAN JUAN (S 42) utolsó útjáig

AZ ARGENTIN TENGERALATTJÁRÓK ALKALMAZÁSA A FALKLAND-SZIGETEKI HÁBORÚBAN

A magyar források elsősorban a légi és a felszíni egységek harcait ismertetik, azt is inkább angol szemszögből.

A britek már a XVIII. század végén többször partra szálltak az argentin partoktól mintegy 500 km-re található szigetcsoporthoz, majd 1833-ban megújítták és kodifikálták igényüket a területre. A Falkland – spanyol nyelven Malvin-szigetek – körüli vita még a prosperáló argentin-brit üzleti kapcsolatok alatt sem csitult el teljesen.

Amikor az 1980-as évek elejére Argentína gazdasága mélypontra, az életszínvonal pedig a létminimum alá süllyedt, az országot vezető katonai junta külpolitikai sikerekkel próbálta enyhíteni a feszültséget. Célba vette a brit felségterületet, a Falkland-szigetcsoporthoz. Abban bíztak, hogy „világvégén elzár”, gazdaságilag értéktelen területért Nagy-Britannia nem fog háborút kockáztatni, és „félre nézve” beletörődik a veszteségbe. Az argentinok önbizalmát növelte, hogy az armada még mindig a térség legnagyobb haditengerészete volt. Más kérdés, hogy a műszaki és logisztikai készsége – akárcsak a hadműveleteket támogató légierő – a mélypontra volt. A válság a tengeralattjáró fegyvernemet sem kímélte. Míg az 1978-as Beagle-incidensben a teljes állományt, azaz négy egységet kivezényelhetek, addig négy évvel később már csak a felével számolhattak. Az ARA SALTA (S 31) javításon volt, az egyik Guppy II-t pedig már leselejtezték. Ennek ellenére az argentin inváziós tervek nagyban támaszkodtak a tengeralattjárókra is.

Az ARA SANTA FE (S 21) 1982. április 2-án az éj leple alatt a kelet-falklandi York-öbölhöz hajózott, ahol gumicsónakokon taktikai búvárokat tett partra. A diverzánsok fel-

10. ábra. A grafikán a brit királyi haditengerészet Wessex helikoptere mélytengeri bombát dob az argentin ARA SANTA FE (S 21) tengeralattjáróra 1982. április 25-én



11. ábra A Royal Navy Wasp helikoptere AS-12 huzalvezérlésű rakétával támadja az ARA SANTA FE (S 21) tengeralattjárót 1982. április 25-én

adata ezután a klasszikus kételtű műveletek végrehajtása, vagyis az argentin partraszállás előkészítése és felderítés volt. Többek között felmérték, hol tudnak a legnagyobb biztonsággal szárazföldre jutni az amerikai gyártmányú, kételtű LVPT-7 páncélosaik.²⁹ A világítótorony elfoglalása után jeleztek a nyílt vízben várakozó inváziós erőknek, akik ezután megindultak a sziget irányába. Ezzel kezdetét vette az argentinok által „Operation Rosario”-nak, elnevezett, a Malvin-szigetek megszállására irányuló hadművelet.³⁰ Az ekkor kirobbant háború 1982. június 14-ig tartott, és az első fele argentin sikerrel zárult. Nagy-Britannia azonban az agresszióra válaszul kivezényelte flottáját Argentína ellen.

Argentína, bár nem számolt vele, kénytelen volt elfogadni a tényt, hogy ha meg akarja tartani a Malvin-szigeteket, meg kell ütköznie a Brit Királyi Haditengerészettel. Megpróbálták a lehetőségeikhez mérten felderíteni és detektálni a közeledő hajóhadat, ehhez például a légierőben szolgáló volt utasszállítókat, Boeing 707-eseket is felhasználtak. Az alapvetően szállító feladatokat ellátó repülőgépek nem rendelkeztek a tengerészeti járőrgépek kifinomult felderítő-berendezéseivel, így jórészt csak vizuális észlelést jelenthettek. A britek tisztában voltak ezzel, és a HERMES repülőgép-hordozóról felszálló Sea Harrier vadászaik el is fogták a felderítési céllal bevetett Boeingokat, de tartva a nemzetközi felháborodástól lelőni nem merték azokat. Ami ennél is meglepőbb, hogy a Royal Navy meg volt győződve arról, hogy a hajóikat követő szovjet(!) kémhajók, felderítő-

* ORCID: 0000-0001-5524-6735



12. ábra. A brit HMS CONQUEROR (S 48) atom-tengeralattjáró, a kalózok „Jolly Rogers” zászlójára emlékeztető lobogót húzva „ünnepli” a legénység az argentin GENERAL BELGRANO cirkáló felett aratott győzelmet

repülőgépek és a katonai műholdak adatai eljutnak az argentinokhoz is.³¹

Ezalatt az inváziós erők a szigeteken felkészültek a brit „ostrom” megállítására.

Az ARA SANTA FE (S 21) április 17-én újra Dél-Georgia szigetéhez hajózott, hogy partra tegye azokat a szakembereket, technikusokat, akik feladata a sziget védműveinek megerősítése volt. Az a tény, hogy a Guppy II-est már szinte csak „teherhajónak” használták, mutatta, hogy az öreg tengeralattjáró mennyire reménytelenül leamortizálódott. A SANTA FE túl sokáig vesztegelt a kikötőben, ezért, amikor április 25-én a felszínen haladva kihajózott, a Royal Navy egyik Wessex helikopterének radarkezelője felfedezte.

A sziget felé közeledő brit hajók, a HMS BRILLIANT (F 90) fregatt, és az HMS ANTRIM (D 18) még távol voltak ahhoz, hogy saját torpedót, esetleg Exocet rakétát indítsanak a felszínen úszó tengeralattjáróra, így csakis helikoptereik tűzerejében bízhattak.

A Wessex helikopter vizuálisan is azonosította az argentin tengeralattjárót, majd egy gyors rácsapással mélységi bombákat dobott, bár ezek nem értek el közvetlen találatot, a robbanás okozta víznyomás súlyosan megrongálta a SANTA FE törzsét, és ami ennél is rosszabb volt, működésképtelenné tette a bal oldali merülőtartályok egy részét. Az argentin tengerészek azonban már csak a pusztá túlélésük miatt sem adhatták fel a küzdelmet. A sérült hajó gyorsan visszafordult, hogy Grytviken kikötőjében leljen menedéket. A brit hajók a Wessex-nél jóval korszerűbb helikoptereket indítottak abban bízva, hogy azok majd végleg megpecsételik a tengeralattjáró sorsát. A Lynx helikopterek egyike Mk 46-os torpedót dobott, ami a tengeralattjáró alatt elmerült. Az argentinok szerencséjére, mert ha talál a torpedó, az a biztos pusztulást jelentette volna számukra. A korszerű technika kudarca után a britek jobb híján egy ős-örög Wasp helikoptert vetettek be, amely elsősorban nem a tengeralattjárók, mint inkább kisebb hajók, vagy páncélosok ellen tervezett vezetékes irányítású AS-12-es rakétát indított a SANTA FE-re. A rakéta eltárolta a tengeralattjáró tornyát, és több négyzetméteren felszakította a lemezborítást. Viszonzásul a SANTA FE legénysége a búvónyílásokon kilőve puskatűzzel küzdött a támadók ellen, amire az egyik WESSEX helikopter is géppuska tűzzel válaszolt nekik.³²

Ahogy Dél-Georgia felé menekülve közeledett a part, onnan a megszálló argentin katonák Bantam páncéltörő rakétákat vetettek be a SANTA FE-t üldöző helikopterek ellen. (A svéd huzalvezérlésű páncéltörő rakétát eredetileg nem erre a célra tervezték.) Az ARA SANTA FE mindezek ellenére nem süllyedt el, ha súlyos sérülésekkel is, de elérte a grytvikeni mólót, az üldözőik pedig feladták a harcot, csak azért, mert alig egy napon belül a brit tengerészgyalogosok visszafoglalták a szigetet. Szinte csoda, hogy a küzdelemben az ARA SANTA FE teljes legénysége életben maradt, csak az egyik tengerész lába sérült meg könnyeb-

ben, feltételezhetően akkor, amikor a Wasp helikopter által indított AS-12 rakéta becsapódott.³³

Miután a britek megérkeztek a kikötőbe, hogy elfogják az argentin tengerészeket, és lefoglalják a tengeralattjárót, egy banális félreértés miatt mégis lett egy halálos áldozat.

Amúgy is feszült volt a légkör, mert az angolok attól tartottak, hogy érkezésük előtt a legénység elsüllyeszti a SANTA FE-t, és az argentin Horacio Bicaín kapitány valóban kapott erre parancsot. A britek nem tudhatták, hogy az argentinok végül letettek a SANTA FE elpusztításáról, sőt emberfeletti küzdelmet vívtak azért, hogy ne folyjon az óceánba a hajó kenő-, és tüzelőanyaga a sérülések résein, illetve a merülőszelepeket folyamatosan nyitva-zárva pumpáltak levegőt a sérült ballaszttartályokba, hogy a tengeralattjáró felszínen maradjon. Egyes visszaemlékezések szerint ezek hangja, a nyelvi nehézségek és az ellenféllel szembeni bizalmatlanság – ami persze érthető egy háborúban – vezettek a SANTA FE egyik tisztjének, Felix Artusónak a halálához. A már fent említett kármentések miatt az elfogott argentinok közül öt fő, köztük Artuso a SANTA FE fedélzetén maradt. A brit örökkel a hátában rohant föl alá a hajótestben mentve, ami menthető. Amikor azonban a szelepvezérlés karjait kellett volna meghúznia, az örök fegyvert fogtak rá, mert attól félték, hogy azzal akarja elárasztani a hajót. Más szemtanúk szerint pedig használva azokat – pusztán azért, hogy a hajó ballasztjai újra levegővel telve felhajtó erőt termeljenek –, olyan zaj keletkezett, mintha lőnének, és a vélt fegyverrobbanás okán gondolkodás nélkül keresztüllőtték az argentin tengerésztisztet. Felix Artuso-t katonai tiszteletadás mellett, mint a falklandi háború egyik első áldozatát temették el a szigeten.

A brit expedíciós flotta vezetése rögtönzött hadbírósgót hívott össze, ahol – talán nem meglepő módon – nem találták felelősnek a brit tengerészgyalogosokat Felix Artuso életének kioltásában.³⁴

A SANTA FE-re ezután senkit nem engedtek, a hajó nemsokára vízzel telve, oldalára dőlve elmerült Grytviken előtt a Cumberland-öbölben. A hullámokból kilátszó, szétlőtt tornya még sokáig ijesztő mementója volt a háborúnak. Roncsát a háború után, 1985-ben megpróbálták elvontatni, de a nyílt Atlanti-óceánon egy viharban leszakadt a vontatóhajókról, és végleg elmerült.³⁵

A SANTA FE után az egyetlen használható argentin tengeralattjáró a Type 209-es típusú ARA SAN LUIS (S 32) maradt a háborúban. Sőt, miután a HMS CONQUEROR (S 48) brit atom-tengeralattjáró 1982. május 2-án megtorpedózta a GENERAL BELGRANO cirkálót, kis túzással az egyetlen argentin hajóként maradt a nyílt vízen, szemben a Royal Navy teljes expedíciós flottájával. A cirkáló elsüllyesztése ugyanis arra készítette az Armada admiraltját, hogy hajóit visszavonja a biztonságot jelentő hazai kikötőkbe. Ezt még időben tették, mert a britek következő célpontja az argentin 25 DE MAYO (V 2) repülőgép-hordozó volt, amelynek üldözését a HMS SPLENDID (S 106) atom-tengeralattjáróra bízta. Ha a repülőgép-hordozó is a BELGRANO sorsára jut, az akár több, mint ezer tengerész halálával is járhatott volna.³⁶ Az egyedül maradt ARA SAN LUIS csak a tengeralattjárók terén öt brit atom-tengeralattjáróval és egy dízel-elektromossal nézett szembe, nem beszélve a több tucat felszíni hajóról.³⁷ Hiába volt a legkorszerűbb egysége az Armadának, amikor 1982. áprilisában háborúba küldték, nem volt sokkal jobb műszaki állapotban, mint második világháborús társa, a Grytvikennél elfogott SANTA FE. A légperiszkópja szívárgott, a fenékszivattyúja hibás volt, és négy dízelmotorja közül egyik sem működött tökéletesen. Mielőtt nyílt vízre futott, az egész hajótestet búvároknak kellett kivakarniuk a tengeri rákok és



13. ábra. A brit napilap címlapján a süllyedő GENERAL BELGRANO



14. ábra. Az ARA SAN LUIS (S 32) felszínre emelkedik az Atlanti-óceánon

algák tömegéből, amelyek a különböző szelepníflásokat is eltömítették. Később ezt azzal magyarázták, hogy a Type 209-esek kikötői köré épített hullámtörők miatt a nyugodt vízű öböl speciális ökológiája segítette a rákok és más élőlények elszaporodását. A régebbi, és nagyobb Guppy osztályú hajók jobban ellenálltak a hullámvásznak, így azok kevesebb hullámtörővel ellátott kikötőiben ez a veszély nem fenyegetett.

Az ARA SAN LUIS tűzvezető számítógépe is felmondta a szolgálatot, emiatt – akárcsak a világháborús elődök –, papíron számolták ki a találathoz megfelelő pozíciót, majd ezután indították el az elvileg automata huzalvezérlésű torpedókat. A legtapasztaltabb argentin tengeralattjáró tisztek az NSZK-ban voltak továbbképzésen, épp az új TR 1700-as bevezetése miatt. Ennek ellenére a „zöldfülű” személyzet, Fernando Maria Aztueca kapitánnyal az élen,³⁸ hősiiesen helytállt, akárcsak bajtársai a SANTA FE-n, és az egész brit flottát az „orránál fogva vezették”.

Ákármennyire is óvatos volt a SAN LUIS, nem kerülhette el a harcérintkezést, bár azt körültekintően maga is kereste.

1982. május 1-jén a Type 209-es passzív szonárjain hajócsavar zaja hallatszott. A SANTA FE megtámadásában is szerepet játszó HMS BRILLIANT (F 90) és HMS YARMOUTH (F 101) fregattok voltak a zaj forrásai. A tengeralattjáró, miután megközelítette azokat, 9500 méteres távolságból egy német SST 4-es torpedót indított az egyik hajóra, de az „huzalszakadás” jelet küldve becsapódás nélkül merült a mélységbe. A támadást azonban felfedezte a két fregatt, azonnal elkerülő manőverekbe kezdtek, és levegőbe emelték helikoptereiket. Az angolok szonárjaikkal nem tudták pontosan detektálni a tengeralattjárót, de vaktában dobálták a torpedókat és a mélységi bombákat hajóikról, helikoptereikről. Több mint harminc ilyen eszközt használtak fel, azonban a Type 209-es sértetlen maradt, ellenben néhány bálna nem úszta meg a támadást! A víz alatti robbanások nyomán két cet tetemének a maradványai is felszínre vetődtek. A HMS BRILLIANT fregatt hajónaplójába is bekerült az esemény.³⁹ Május 8-án a SAN LUIS merülésből indított mindenféle előzetes azonosítás nélkül egy Mark 37-es torpedót. Ezzel kockáztatták a paráti tüzet, vagy egy semleges hajó elsüllyesztését. A 16 perccel később bekövetkező robbanásnak ma sem tudjuk ki, vagy mi lehetett az áldozata. Itt is azt gyanítják, hogy egy bálna bánta az incidenst. A SAN LUIS légénységnek azonban kisebb gondja is nagyobb volt a bálnánál, május 4-én egy 400 Hz-es konverter hibáját kellett elhárítaniuk. Még ezen a napon argentin Super Étendard repülőgépek Exocet rakétaikkal csapást mértek a HMS SHEFFIELD (D 80) rombolóra. A tengeralattjáró rádión azt a parancsot kapta, hogy teljes sebességgel hajózzon a brit romboló utolsó ismert pozíciója irányába, és mérje fel az azon esett károkat. A parancsot visszavonták, így az ARA SAN LUIS-nak nem kellett az HMS SHEFFIELD mentésére és védelmére érkező többi brit hajó elé-alá úsznia, kockáztatva a biztos pusztulást. A sérült romboló roncsa pár nap múlva elsüllyedt az Atlanti-óceánban.

Május 11-én újabb támadást kíséreltek meg, de a torpedót vezérlő vezeték megint elszakadt, még a találat előtt. Néhány nap múlva a SAN LUIS visszatért az argentin kikö-

tőbe, a háborút elvesztették, de – ellentétben sok bajtársukkal – túléltek.

A támadások kudarcait még sokáig elemezték, sokan a személyzet tapasztalatlanságát emlegették, mások a nyugatnémet SST-4 torpedókat okolták. Ezt támasztotta alá a közel fél tucat eredménytelen indítás is. Felmerült, hogy a biztosítékok vezetőkelet fordított polaritással kötötte be a képzetlen személyzet, innen már csak egy lépés volt a szándékos szabotázs felemlítése.

A gyanú azért merült fel, mert az HMS SHEFFIELD vesztét is okozó Exocet rakétáknál a francia technikusok és a brit Mi6 (Secret Intelligence Agency) ügynökei állítólag tényleg szabotálták az argentinoknak szánt következő szállítmány hajó elleni rakétákat. Arról, hogy ez pontosan hogyan történt, kevés információ van, de az biztos, hogy Mitterand elnök⁴⁰ minden adatot átadott az AM 39 Exocet-ről, és engedte, hogy britek tanulmányozzák a francia haditengerészet Super Étendard csapásmérő repülőit, és a régebbi Mirage III-as vadászgépeket, amik hasonlóak voltak, mint az Argentínában használtak.⁴¹ Megjegyezzük, azért az Exocet nem volt már ismeretlen a Royal Navy előtt, hisz a felszínfelszín, tehát hajóról indított változatait ők is alkalmazták.⁴²

A falklandi háború utáni argentin vizsgálat az SST 4-es torpedókkal kapcsolatban arra a megállapításra jutott, hogy alapvető tervezési hibákkal küzd, és nem kiforrott,

15. ábra. Fernando Maria Aztueca kapitány, aki majdnem „átírta” a falklandi háború történelmét



megfelelően kipróbált fegyver. Azt is tudni vélték, hogy az NSZK mintegy rajtuk tesztelte a torpedót, és a háborús fiaskó után a Bundesmarine-nál alkalmazott fegyvereket gyorsan átterveztek és módosították. A jelentés végkövetkeztetése, hogy ha Aztueca kapitány a régebbi Mark 37-es torpedókkal próbálkozott volna, még annak ellenére is nagyobb sikerrel járt volna, hogy ezeket inkább tengeraltjárók, és nem a felszíni hajók ellen tervezték Amerikában. A SAN LUIS legénységének bosszantó lehetett arra gondolni, hogy tíz ilyen fegyver is bevetésre készen állt hajójukon, mégsem használták azokat, előnyt adva ezzel a német torpedók számára. Az egyetlen találatot is egy Mark 37-essel érték el a „valami ellen”!

Készült egy másik jelentés is Washingtonban(!), ugyanis a Pentagon komoly érdeklődéssel kísérte a Type 209-es tengeraltjáró működését Falklandnál. Nem értették, hogy egy atom-tengeraltjárókkal, korszerű hadihajókkal, tengeraltjáró elhárító fegyverekkel, helikopterekkel felszerelt és Nimrod járőr repülőekkel támogatott flotta hogy nem tudott felfedezni és megsemmisíteni egyetlen tengeraltjárót. A kulcs nyilván az atom-tengeraltjárónál jóval halkabb dízel-elektromos hajtás volt, amellyel, nem lehet ugyan korlátlan ideig víz alatt maradni, de különösen a part mentén, ügyes manőverekkel, a kisebb méret miatt sokkal hatékonyabban lehet harcolni, mint nukleáris hajtású egységekkel. Több amerikai tengerész is úgy vélte, hogy hiba volt abbahagyni a hagyományos hajtású tengeraltjárók gyártását az USA-ban, és újra kell rendszeresíteni ezeket a US Navy-nél. Az USA flottája ekkor már csak atomtengeraltjárókat alkalmazott. Ha mást nem, Németországból kellett volna importálniuk dízel-elektromos egységeket. Ebben a tervben komolyan felmerült akár az új TR 1700-as hajóosztály beszerzése is. Végül mindebből nem lett semmi, és bár ma is felvetődik a kérdés, az USA azóta sem rendszeresített dízel-elektromos tengeraltjárót.⁴³

(Folytatjuk)

JEGYZETEK

- 29 <https://rickyphillipsauthor.wordpress.com/2016/03/03/operation-rosario-the-real-story-part-2/> 2018. 02. 22.;
- 30 <http://nationalinterest.org/blog/how-the-falklands-war-thanks-stealthy-submarine-could-have-18495> 2018. 02. 22.;
- 31 <http://www.nytimes.com/1982/04/22/world/argentine-plane-is-reported-to-circle-british-fleet.html> 2018. 02. 22.;
- 32 <http://nationalinterest.org/blog/how-the-falklands-war-thanks-stealthy-submarine-could-have-18495> 2018. 02. 22.;
- 33 <http://www.hmsbrilliant.com/> 2018. 02. 22.;
- 34 <http://www.elsnorkel.com/2015/04/historia-de-la-muerte-y-conmemoracion-felix-artuso.html> 2018. 02. 22.;
- 35 <https://www.wrecksite.eu/wreck.aspx?15318> 2018. 02. 22.;
- 36 A 25 DE MAYO Falklandi bevetésével kapcsolatban létezik olyan szakirodalom, mely azt írja, hogy maguk az argentinok sem számoltak vele, mert a hajó gőzkatapultja Skóciában volt felújításon. Bill Gunston: Modern Repülőgépek Hordozók. Phoenix Könyvkiadó, Debrecen, 1993, 16. p.
Nem valószínű, hogy ez teljesen helytálló kijelentés, mert több forrás viszont arról számolt be, hogy a nyílt tengeren volt a háború elején, és a kicsi szembeszél miatt nem tudta támadásra küldeni fedélzetéről a fegyverrel megpakolt A-4 Skyhawk-okat. (Szerző);
- 37 <http://www.naval.com.br/blog/2016/10/07/submarinos-na-guerra-das-malvinas/#comments> 2018. 02. 22.;
- 38 http://www.elsnorkel.com/2006/11/uno-contra-todos_1073.html 2018. 02. 23.;
- 39 <http://www.hmsbrilliant.com/> 2018. 02. 23.;
- 40 François Mitterrand francia politikus, 1981–1995 között Franciaország elnöke. <https://www.biography.com/people/fran%C3%A7ois-mitterrand-9410764>. 2019. 02. 25.;
- 41 <http://www.telegraph.co.uk/news/uknews/1387576/How-France-helped-us-win-Falklands-war-by-John-Nott.html> 2018. 02. 25.;
- 42 Tony Gibbson – David Miller: Korszerű Hadihajók. Kossuth Könyvkiadó hn. 1993;
- 43 <https://www.washingtonpost.com/archive/politics/1982/09/13/argentina-is-said-to-have-penetrated-british-sub-defense/e0993152-1174-4539-b675-65718212f91d/> 2018. 02. 25.

HM ZRÍNYI TÉRKÉPÉSZETI ÉS KOMMUNIKÁCIÓS SZOLGÁLTATÓ KÖZHASZNÚ NKFT.

Telephely: 1024 Budapest II., Szilágyi Erzsébet fasor 7–9. • 1276 Budapest 22, Pf. 85 • +36 (1) 336-2030 • www.topomap.hu • hm.terkepzeset@topomap.hu



- Topográfiai térképek
- Faksimile térképek
- Atlaszok, város- és autótérképek
- Falitérképek
- Szabadidőtérképek
- Légiforgalmi térképek
- Munkatérképek
- Dombortérképek
- Digitális térképészeti adatbázisok
- Egyéb digitális termékek
- Légifilmtári szolgáltatások

ÜGYFÉLSZOLGÁLAT ÉS TÉRKÉPBOLT:

1024 Budapest II., Filler u. 14.
☎ +36 (1) 212-4540 • ugyfelszolgalat@topomap.hu
Nyitva tartás: hétfő–péntek 9.00–15.00

• PrePress – Nyomdai előkészítés

- szöveg-, grafika- és képfeldolgozás, kiadványszerkesztés
- ellenőrző nyomatok, digitális proofok előállítása
- bel- és kültéri tablók, bannerek nyomtatása
- hagyományos és elektronikus montírozás, színrebotás
- nyomóformák előállítása nyomdai filmről, illetve CTP-technológiával

• Gyorsszakszorosítás

- színes és fekete-fehér másolás/nyomtatás 350 x 487 mm méretig

• Press – Nyomtatás

- ofszetnyomtatás négy-, illetve hatszínnyomó gépeken, 89 x 126 cm méretig

• PostPress – Kötészeti feldolgozás

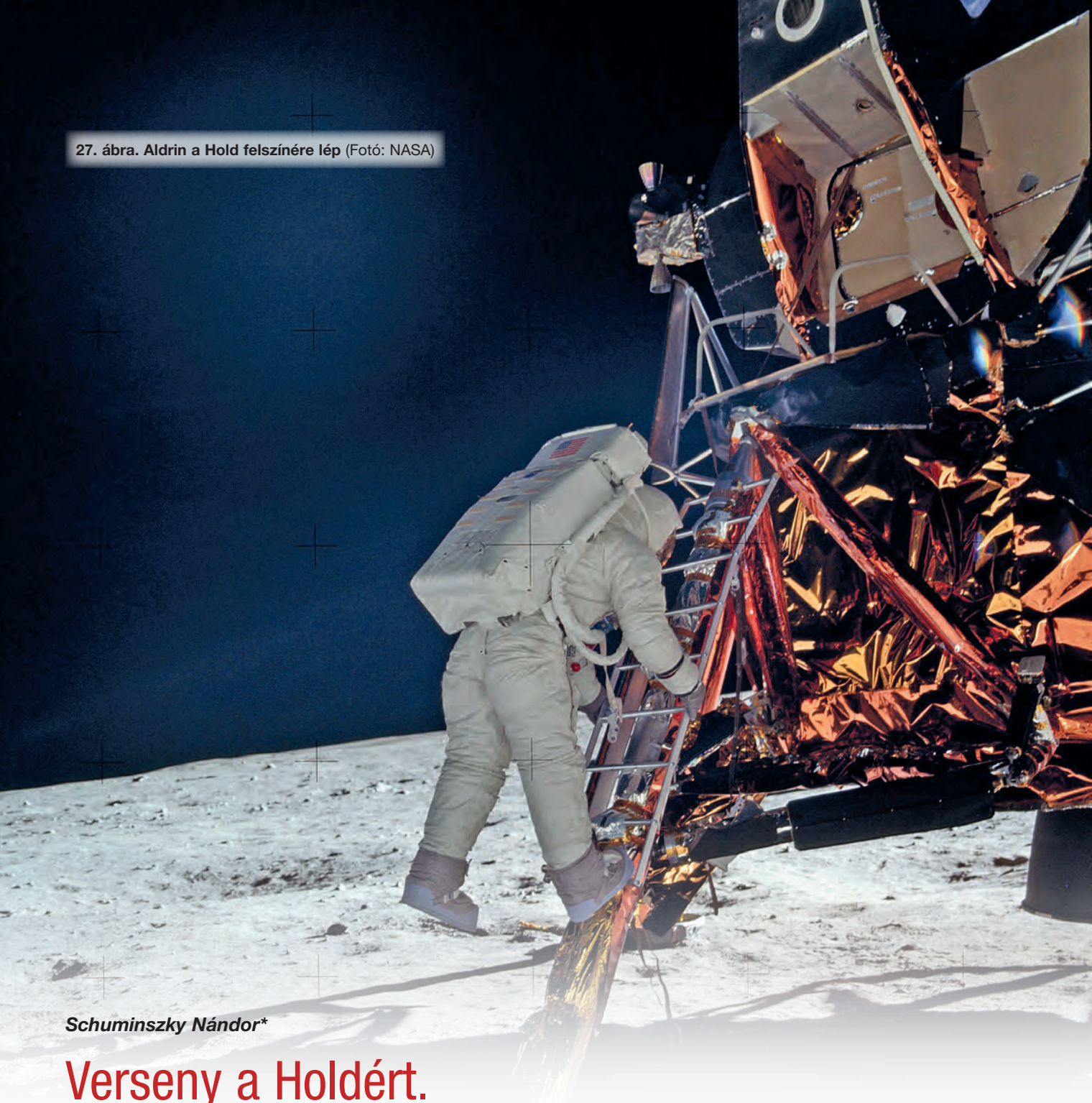
- felületmésítés fóliázással, laminálással 167 cm szélességig
- hajtogatás, spirálozás, sorszámozás
- összehordás, irkakészítés, ragasztókötés
- kasírozás, táblakészítés, aranyozás
- szortiment könyvkötészet

• Vákuumformázás

- vákuumformázó szerszámok, terepasztalok előállítása CNC-technológiával
- vákuumformázás

NYOMDAI GYÁRTÁSELŐKÉSZÍTÉS: ☎ +36 (1) 336-2035

27. ábra. Aldrin a Hold felszínére lép (Fotó: NASA)



Schuminszky Nándor*

Verseny a Holdért. Az Apollo program – 50 év után **III. rész**

„Kis lépés egy embernek, de hatalmas ugrás az emberiségnek”

A rakéták, az űrhajók és berendezéseik lenyűgözőek, de az Apollo igazi története mintegy 350 ezer emberről szól. Az Apollo-tervet joggal nevezik ma is az emberiség történelmének legbüszkébb, legvakmerőbb és legtöbbet kíváno erőfeszítésének. Most pedig foglaljunk

helyet a floridai Kennedy Űrközpont 39/A jelű starthelyén álló, 36 emeletnyi magasságba felnyúló űrjárműben – legalábbis képzeletben.

1969. július 16. Közel 100 méterre a földtől, acél és üvegyapot fekhelyeikre szíjazva, három ember vár türel-

* Magyar Asztronautikai Társaság. ORCID: 0000-0001-7947-8645





28. ábra. Armstrong és Aldrin a holdi tevékenység részleteit gyakorolja (Fotó: NASA)

mesen. Az öt és fél kilométerre fekvő, panorámaablakkal ellátott irányítóközpontban a visszaszámlálás végső, automatikus szakasza folyik. Az Apollo-11 űrhajósai két és fél órája tartózkodnak az űrhajóban, ezalatt azt teljesen leellenőrizték, mindent felülvizsgáltak. A munkájukat befejezték, most már csak ki kell várniuk az utolsó néhány másodpercet.

Az utolsó percekig automatikus berendezések egész sora pásztázza végig az űrhajó és a rakéta minden apró részletét. Az irányítóközpontban mintegy százfőnyi személyzet figyel a feszülten az eredményt. Végül minden kijelző „kész”-t mutat, majd következik a „gyújtás”, és végül a „fel” vezényszó.

Hihetetlen robajjal indul be az első fokozat öt F-1-es hajtóműve. A valaha készített legerősebb hajtóművek gigászi tolóerőt fejtenek ki, hiszen majdnem 3000 tonnát kell megemelniük. A begyújtást követően egy hosszú pillanatig úgy tűnik, mintha a Saturn-V mozdulatlanul lebegne egy hullámzóan lángoló tűzszőnyegen, majd felemelkedik. A gyújtást követő első tíz másodpercben a rakéta kb. saját hosszának megfelelő magasságot ér el, miközben az öt

29. ábra. Armstrong a gyakorló holdkomponban (Fotó: NASA)



hajtómű másodpercenként 13 600 literes adagokban nyeli a hajtóanyagot, tehát abban az első tíz másodpercben a szerelvény 136 tonnával lesz könnyebb.

Minden másodpercben veszítve tömegéből, de ugyanakkora tolóerőt produkálva, a Saturn-V gyorsan növeli sebességét, túlhaladja a hangsebességet, és az űrhajósok már nem hallják a hajtóművek robaját. Az első fokozat a szerelvényt 2 perc alatt 64 km-es magasságba emeli, és óránként 8850 km/h sebességre gyorsítja fel. Miután munkáját elvégezte, leválik, majd egyre gyorsuló mozgással belezuhan az Atlanti-óceánba. A Saturn-V az első fokozatának holt súlyától megszabadulva, starttömegének több mint háromnegyedét veszíti el, alig 160 másodpercnyi repülés után.

Begyűjt a második fokozat, és az öt J-2-es hajtómű egy meghatározott íven lendíti a megmaradt részeket az Atlanti-óceán felett, Afrika felé. Amikor a rakéta áthalad a 96 km-es magasságon, egy elektromos jel leválasztja a mentőrendszert, amire már nincs szükség.

Hat percnél valamivel hosszabb ideig üzemelnek a második fokozat hajtóművei, és a szerelvény már óránként több mint 24 000 km/h sebességre felgyorsítva, 183 km-es magasságba lendül. Amint kifogy a hajtóanyag, a 2. fokozatot is leválasztják.

Ezután a harmadik fokozat egyetlen J-2-es hajtóműve kb. 2 perc és 45 másodperces működésével adja meg a Föld körüli pálya eléréséhez szükséges, végső lökést, amit valamelyest elősegít az a körülmény is, hogy a szerelvény most alacsonyabb magasságban száguld.

Amint sikerül a Föld körüli pálya elérése, a műszerrészleg kikapcsolja a harmadik fokozat hajtóművét, de ezt a fokozatot – a többitől eltérően – nem választják le, mert további nagyon fontos feladat vár rá. Most a harmadik fokozat és az Apollo-11 óránként kb. 28 000 km-es sebességgel halad a nagyjából 190 km-es magasságú, kör alakú parkolópályán a Föld körül, pedig a start óta még csak 12 perc telt el.

Mindeddig az űrhajósok lényegében utasok voltak, de most hozzákezdnek az űrhajó berendezéseinek újabb, alapos ellenőrzéséhez. Természetesen a földi csoportok is gondosan tanulmányozzák a visszasugárzott adatokat, nemcsak a houstoni irányítóközpontban, hanem a világ különböző pontjain.

A Holdhoz vezető röppályára való vezérlést három tényező befolyásolja: az űrhajónak további sebességre van szüksége, nagyon pontosan kell pályára állítani, mindkét tevékenységet ezredmásodpercnyi pontossággal kell összehangolni.

Az új pálya elérése érdekében a parkolópályáról ki kell szabadulni, amihez a II. kozmikus sebesség szükséges (39 000 km/h). Később az űrhajósoknak ugyan módjukban lesz a pályát kiigazítani, de csak csekély mértékben. Ezért óriási jelentőségű az a körülmény, hogy az űrhajót már kezdetben is a „céltábla” közepe felé irányozzák. A céltábla képzeletbeli, hiszen az űrrepülés három napig tart, és ez alatt a Hold több mint 265 000 km-nyi utat tesz meg. Az űrhajónak tehát azt a pontot kell megcélözniuk, ahol a Hold majd három nap múlva lesz.

A megfelelő pálya eléréséhez szükséges kiindulópont a Holddal szembeni oldalon, a Föld mögött van. Az egyszerűség kedvéért ezt a Holdra vezető pálya begyújtási ablakának nevezzük. Ez az „ablak” minden 12 órából 4 órán keresztül áll „nyitva”, és csak ezek az időszakok alkalmasak arra, hogy az űrhajó a Hold felé induljon. A számítógépek most összevetik a Föld, a Hold, az űrhajó és az „ablak” egymáshoz viszonyított helyzetét, elvégzik a röppálya eléréséhez szükséges valamennyi számítást, és továbbítják

adataikat a műszerrészleghez, amely utasítást ad a harmadik fokozatnak, hogy pontosan mikortól és meddig kell a hajtóművet működtetnie. Ha minden rendben megy, a pálya most már a Hold felé mutat.

A felemelkedéskor az űrhajósokat befogadó parancsnoki egység volt a csúcson, hogy szükség esetén a mentőszervezet leemelhesse. Most azonban nincs megfelelő helyzetben, az űrhajósok nem tudnak átszállni a holdkompba. Egy fordulási manőver következik. Kinyílnak a holdkompot befogadó adapter „szirmai”, és szabaddá teszik az utat. Ezután az Apollo CSM végrehajtja az ún. U-fordulót, a műszaki egységen körben helyet foglaló 16 db kis rakéta közül néhányat, majd lassan megközelítve a holdkompot, összekapcsolódik vele. A két űrjármű orrszelvényei most már összekötő járatot alkotnak. A sikeres manőver után a fölöslegessé váló harmadik fokozatot leválasztják, és sorára hagyják.

Az űrhajósok figyelme továbbra sem lankadhat, mivel majdnem minden pillanatában akad elfoglaltságuk. Az ellenőrzés és az újabb ellenőrzés folyamata, valamint az űrhajó bonyolult berendezéseinek szemmel tartása nem sok pihenőt engedélyez, és állandó összeköttetést kell fenntartaniuk a Földdel.

A Hold felé száguldó űrhajó azonban fokozatosan veszít sebességéből, mert a Föld vonzóereje visszahúzza, bár a távolság függvényében csökkenő mértékben. Az Apollo-11 sebessége a Földtől nagyjából 320 000 km-es távolságnál lesz a legalacsonyabb. Ettől a ponttól kezdve az űrhajót a Hold jobban kezdi vonzani, mint amennyire a Föld fékezi, ezért az Apollo-11 ismét gyorsulni kezd. Mielőtt eléri a Hold körüli pályáját, az űrhajó már 9000 km/h sebességgel száguld.

A Hold körüli pályára való ráállás követelménye, hogy egyensúlyt kell teremteni a centrifugális erő és a Hold vonzása között, tehát le kell fékezni az űrkomplexumot. Az Apollo-11 a repülés 76. órájában áll Hold körüli, 98-273 km-es elliptikus pályára, majd a fő hajtómű másodszori begyújtásával a keringési pályát majdnem kör alakúvá alakítják (99,4-121,5 km). Az adatok értékelése során kiderült, hogy alig néhány tized kilométert tévedtek, ami 360 000 km-es távolságot alapul véve, pontos pályára állást jelentett.

1969. július 20. Az Apollo-11 már Hold körüli pályára került, és az űrhajósok első ízben látják közelről úti céljukat. A Hold felszíne – a 100 km-es magasság ellenére – tisztán és közelinek látszik, hiszen nincs atmoszféra, amely fátyolba takarná, vagy eltorzítaná a kilátást.

Miután a földi nyomkövető állomások és az Apollo-11 saját irányító berendezése kiszámították a keringési pálya adatait, a három űrhajós közül kettő, az összekötő járaton keresztül átmászik a holdkompba. A berendezéseket áram alá helyezik, majd gondosan ellenőrzik azokat. Kinyitják a holdkomp négy lábát, majd visszatérnek a parancsnoki egységbe pihenni, mielőtt a holdexpedíció négy legkritikusabb lépése közül az elsőt – a Hold felszínére való leszállást – megkezdik.

A pihenés után szétválasztják a két űrjárművet, de egy-egyed keringésig a holdkomp és az Apollo CSM egymástól csak 50-100 méternyi távolságban vannak. Amikor a Hold túlsó felén lévő, előre meghatározott ponthoz érnek, a parancsnok a holdkomp hajtóművét rövid sorozatokra begyújtja. A fékhatás lelassítja a holdkompot, ezáltal megszüntetve a nehézségi erő és a centrifugális erő között eddig fennállott egyensúlyt. Meghajtás nélküli, hosszú ívű ereszkedésben a holdkomp egy óra alatt 15 km-es magasságra süllyed. E ponton a hajtóművet ismét begyújtják. A 455 km-nyi leszállási pálya végső szakasza 12 percet vesz igénybe. E fázisban a holdkomp vízszintes helyzetből



30. ábra. Munkareggelt a start előtt. A képen piros pólóban Gene Krantz repülési igazgató (Fotó: NASA)

fokozatosan függőleges állásba fordul át, a hajtómű fékező ereje az utolsó szakaszban közvetlenül a felszínre irányul.

Ahogy a leszállóhelyhez közelednek, az űrhajósok áttekintik a terepet, és megpróbálnak megbizonyosodni arról, hogy a célterület lapos, kráterek nélkül való, úgyhogy a Holdat érésakor a holdkomp nem fog felborulni. A véges mennyiségű hajtóanyag csak korlátozott helyváltoztatást tesz lehetővé, de az űrhajósok mindenképpen úgy irányítják, hogy jobb leszállóhelyhez jussanak. A parancsnok átveszi a holdkomp kézi vezérlését, hogy a leszállás sima legyen. Neil Armstrongnak kb. 20 másodperce való hajtóanyaga maradt a megfelelő leszállóhely megtalálására, ezután haladéktalanul meg kellett volna kezdenie a felszállási manővert.

Enyhe döccenés, és megérkeznek a Holdra. „Itt a Nyugalom tengere. A Sas leszállt” – jelenti Armstrong a Földnek. A két űrhajós mielőtt a kapcsolók, számlapok és mu-

31. ábra. Az űrhajósok úton az Apollo-11 felé. A képen elől Neil Armstrong (Fotó: NASA)





32. ábra. A start első pillanatai a legendás 39/A starthely fölött, Cape Canaveral (Fotó: NASA)

33. ábra. A szerviztorony tetején lévő automata kamera készítette ezt a látványos képet (Fotó: NASA)



atatók felé fordulnának, kitekintenek a holdi tájra, mint az első emberek, akiknek ilyen látványban van részük. Egyhangú tájat látnak, amelyet csak itt-ott tarkít egy-egy kráter. Persze ezt a leszállóhelyet éppen annak lapos voltaért választották. A kicsipkézett holdhegyek nem láthatóak, mert a Hold görbülete olyan éles, hogy a látóhatár csak néhány kilométerig terjed.

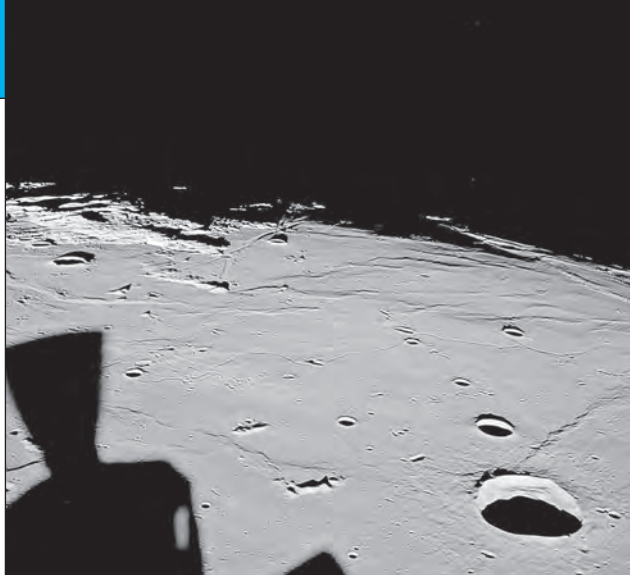
Az ég koromfekete, mert nincsenek atmoszférikus részecskék, hogy kiszínezzék. Az égen ott függ szinte súlytalanul a Föld, amely négyszer akkorának látszik, mint a Hold a Földről. Nagyon fényes, és a tengely körüli forgása szabad szemmel is látható.

A legtöbb ember számára nagy lenne a kísértés, hogy azonnal a felszínre rohanjanak, de az erre a pillanatra összpontosult, munkával eltöltött évek egyúttal a beidegzés éve is voltak; az űrhajósok pontosan tudják a feladataikat. Az első, és talán a legfontosabb a felszállás előkészítése. Ehhez három előre megállapított időt kaptak: 2 perc, 10 perc, illetve 2 óra a leszállás után. Az első kettőt alkalmaznák, ha azonnal nyilvánvalóvá válna, hogy valamelyik kulcsfontosságú berendezés megsérült, vagy nem szabályosan működik. Amikor e két ellenőrzést elvégzik, a két űrhajós végigmegy a berendezés ellenőrzésének teljes sorozatán, majd a felemelkedéshez szükséges teljes visszaszámításhoz kezd. Így a holdkomp valamennyi berendezése ellenőrzésük alá kerül, és ha a felszállás szükségessé válik, az akkor következzen be, amikor az Apollo űrhajó befejezi első Hold körüli keringését, és ismét visszatér a leszállóhely fölé.

A történelmi pillanat mégis legyűri az űrhajósokat, és a program szerinti pihenés helyett, Neil Armstrong és Edwin Buzz Aldrin megkéri az irányítóközpontot, hogy engedélyezze a tervek szerintinél korábbi kiszállást. Kis tanácskozás után Houstonban igent mondanak, így Armstrong 1969. július 21-én 7 óra 17 perc helyett 3 óra 58 perckor, Aldrin pedig 7 óra 42 perc helyett 4 óra 14 perckor lép a Hold felszínére. A rossz nyelvek szerint a NASA azért adta meg a korábbi kilépéshez az engedélyt, mert az első lépések közvetítésére a televízióban az amerikai nézők számára kedvezőbb időben kerülhetett sor...

„Kis lépés egy embernek, nagy ugrás az emberiség számára” – Neil Armstrong lakonikus stílusához képest szinte fennköltnek hatottak ezek a szavak, az első emberi szavak a Hold felszínéről. Egy hangtechnikai hiba miatt a mondat nyelvtanilag kissé helytelennek bizonyul, de az évtizedekkel későbbi digitális feldolgozás igazolja Armstrongot. Negyedórával később Aldrin is csatlakozik hozzá, és a két űrhajós – súlyos öltözködések ellenére –, ugrásszerű léptekkel halad, mert földi tömegüknek csak egyhatodát kell földi izomerejükkel mozgatniuk. Kitűzik az Egyesült Államok zászlaját, és az addig elhunyt öt űrhajós – Grissom, White, Chaffee, Gagarin és Komarov – tiszteletére öt emlékérmét helyeznek el a Holdon. Természetesen az űrhajósok minden lépését közvetíti az amerikai televízió. A világ összes országában látható az adás, kivéve a Szovjetuniót és Kínát.

Ezután munkához látnak, lefényképezik a holdkompot. A „kőzet” feliratú dobozt megtöltik a holdfelszínről gyűjtött mintákkal, és kiviszik a tudományos felszerelést, amit ott is hagynak. Ez a felszerelés három darabból áll: a napszelet és a talajrengést érzékelő műszerekből és lézervisszaverő tükörből. Az első egy magas, zászlószerű szerkezet, amely a napszélen levő különleges gázok részecskéit gyűjti össze. A kísérlet végeztével összesodorják, és visszahozzák a Földre. A szeizmométert is otthagyják, hogy adatokat sugározzon a holdrengésekről. Egy lézertükröt helyeznek ki, amelyre majd a Földről fognak lézerek sugarakat kibocsátani. A visszavert sugarakból centiméteres pontossággal



34. ábra. Pillantás a holdkompból a Hold felszínére. Cél a Nyugalom tengere (Fotó: NASA)



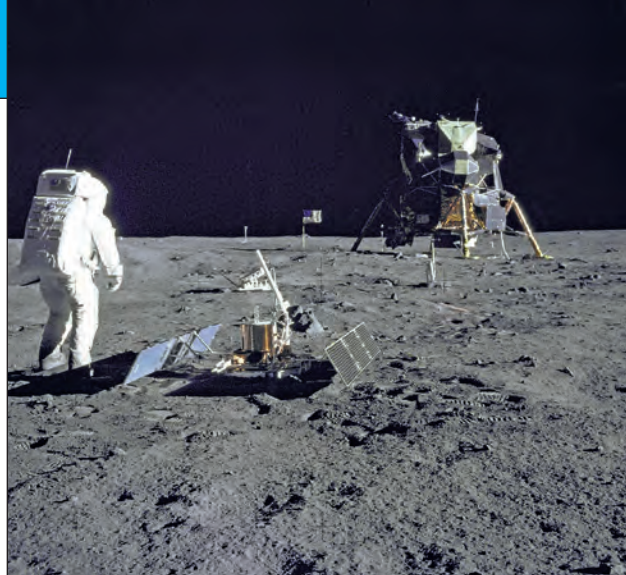
35. ábra. Az első lépés (Fotó: NASA)

meghatározható lesz a Föld–Hold távolság, a mozgás változásainak üteme és az égitest vibrációja.

A két űrhajós összesen mintegy 22 kg kőzetet gyűjt össze, majd két és félórás holdfelszíni tartózkodás után visszamennek a holdkompba. Mivel a leszállás után nem pihentek, most, a felszállás előtt mindenképpen pótolniuk kell a kiesett időt. A pihenés után kezdik meg az előkészületeket a Hold körüli pályára való visszatérésre. A holdkomp alsó része, a hajtóanyagtól kiürült leszállóegység most startállványként szolgál a visszatéréshez, és mint az ember első látogatásának emléke ott marad a Holdon.

Végül ismét a berendezések ellenőrzése következik a felszállás biztonsága érdekében. A számítógépek – a holdkompon, az űrhajón és a Földön – elektronikus kapcsolatba lépnek, hogy ellássák a holdkomp irányító berendezését mindazokkal az adatokkal, amelyekre szüksége lesz az indulás idejének megállapítására, az összekapcsoláshoz vezető pálya elérésére. Ezután következik a felemelkedés, a négy legveszélyesebb művelet közül a második.

1969. július 21. Magyar idő szerint 18:54-kor begyűjt a hajtómű, és a holdkomp felszálló részlegét 17–54 km-es elliptikus pályára emeli, majd egy második begyűjtés vezérli kör alakú pályára. Most a két űrhajó koncentrikus körökben halad, a holdkomp az Apollo–11 alatt, és minthogy alacsonyabban van, gyorsabban halad előre. A Hold egyszeri megkerülésével a holdkomp fokozatosan utoléri az űrhajót. Eközben a Földről érkező és az űrhajó randevúradárjától kapott adatokra támaszkodva hajtómű-kapcsolásokkal a parancsnok csökkenti a magassági különbséget.



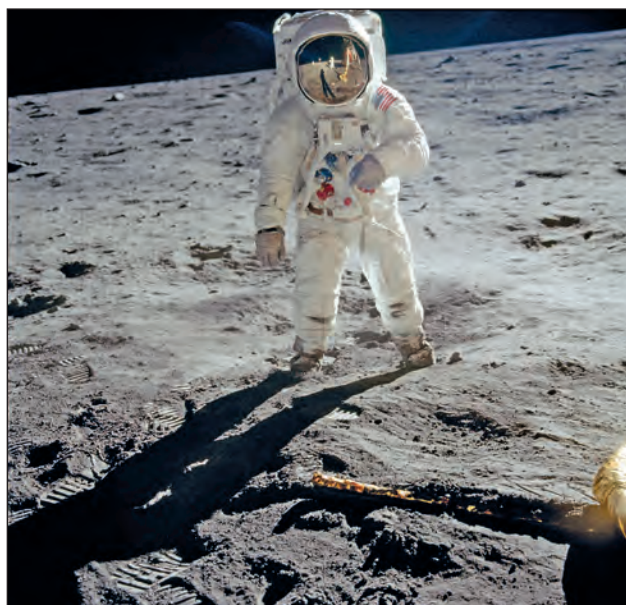
36. ábra. Aldrin a kihelyezett műszerekkel (Fotó: NASA)

Végül az űrhajó és a holdkomp ugyanabban a magasságban orrukkal egymással szembe kerülnek, és a holdkomp pilótája most finom vezérlő mozdulatokkal végrehajtja az összekapcsolást. A két űrhajós visszatér a parancsnoki egységbe, majd feladatát befejezve a holdkompot leválasztják, hogy a Holdra zuhanva a kihelyezett szeizmométer kalibrálását segítse. (A későbbi Apollo-repüléseknél is ezt a módszert alkalmazták).

A visszatérés kezdete – a Földre irányuló pálya-beállítás – a Hold felé tartó útra történő rátéréshez hasonló művelet, amely megköveteli a pontos idő-beállítást és az űrhajó precíz célra állítását, a sebesség növelését szolgáló hajtómű begyűjtással együtt. Az űrhajót 9000 km/h sebességre kell felgyorsítani, hogy kijusson a Hold körüli pályáról. Ha a műszaki egység hajtóművének begyűjtása nem sikerül, akkor az űrhajósok örökre ott maradnak, mert a kormányrakétáknak nincs elegendő tolóerejük ahhoz, hogy az űrhajót kilendítsék a Hold fogságából. Ez a harmadik, a sorsdöntő lépés a műveletek sorában.

A hajtómű azonban rendben működik, és az Apollo–11 megkezdte útját a 384 000 km-es távolságban lévő Föld felé. A Hold felé tartó úton tapasztalt sebességváltozás most ellenkező irányú; ahogy az űrhajó a Földhöz közeledik, a nehézségi erő fokozatosan egyre nagyobb vonzást fejt ki rá. A sebesség fokozatosan nő, az Apollo–11 ugyan-

37. ábra. Talán a legismertebb fotó Aldrinról (Fotó: NASA)



akkora sebességre gyorsul fel, mint amennyivel a Föld körüli pályát elhagyta, vagyis kb. 39 000 km/h sebességre.

1969. július 24. Elérkezett az utolsó, döntő lépés ideje: a Földre való sikeres leszállásra szolgáló ideális röppályát jelentő folyosóba való belépés végrehajtására. A folyosó a Föld felszíne felett 122 km-es magasságban kezdődik, és mindössze 64 km széles. Könnyen elérhető célpont egy vízen úszó hajó, de tűfoknyi nagyságú a majdnem 11 km/s sebességgel száguldó űrhajó számára. Ha a belépési szög túl meredek lesz, akkor az űrkabin hővédő pajzsa nem tudja kiállni a hatalmas súrlódási hőt, és emiatt elég. Ha túlságosan lapos lesz ez a szög, az űrkabin visszapattan a légkör ritka, de már kétségtelenül létező és befolyásoló rétegéről, és a vízen kacsázó kavicsként tovaszökken a világűrbe, ahonnan nincs többé visszaút.

De az irányító berendezés újból kiállja a próbát, a korrekciós művelet az űrhajót pontosan a folyosó „ajtájához” irányítja. A műszaki egység ezzel befejezi munkáját, és le választása után elég a Föld légkörében.

A Kennedy Űrközpontból egy héttel azelőtt útnak indult 110 méter magas, majdnem 3000 tonnás rakétakomplexből csak az 5 tonnás, 3 méter magas, 4 méter átmérőjű, csonka kúp alakú parancsnoki egység marad meg.

Az űrkabinnak a holdutazás alatt eddig még be nem gyújtott kis rakétáit működésbe hozva, a parancsnok úgy irányítja az űrhajót, hogy a kúp lapos alapja – az elsődleges hőpajzs – érintkezzen először a levegővel. Az Apollo-11 űrkabinja alámerül a folyosóba, szó szerint tűzgolyóvá válik, amikor 2800 °C-t megközelítő hőmérsékletre izzik fel. A belépési szakasz egy Bessemer-kemencében való 16 perces tartózkodáshoz hasonlítható, de az űrhajósokat védi az elsődleges hőpajzs, valamint a parancsnoki egység falát borító, hőelnyelő anyagból készült réteg.

A folyosón lefelé száguldó űrkabint erőteljesen lassítja a fokozódó légellenállás, miközben a súrlódási hőmérséklet foka a sebességvesztéssel párhuzamosan csökken. Amikor az űrkabin eléri a 7000 méteres magasságot, az első hőpajzs felső része leválik, és szélzsákhoz hasonló, két kisebb ejtőernyő bukkan ki a zuhanó űrhajó tetején, hogy azt stabilizálja. 3000 méternél egy szerkezet kiengedi a fő ejtőernyőket. A három nagy, a parancsnoki egység átmérőjénél egyenként kétszer nagyobb ejtőernyő, 17:50-kor szelíden leereszti az űrhajót a Csendes-óceán vizére, ahol az űrhajósokat a kereső-mentő egységek várják.

A „csak” Föld körüli pályán járt űrhajósok fogadásától eltérően azonban most nincsen virágosó, nincsen éljenző tömeg. Rendkívül szigorú biztonsági intézkedések következnek, az esetlegesen behurcolt fertőzés földi elterjedé-

38. ábra. Az űrhajósok védőruhában a leszállás után, hogy az esetleges fertőzések elterjedését megelőzzék (Fotó: NASA)



39. ábra. Nixon elnök is meglátogatta a karanténban lévő űrhajósokat (Fotó: NASA)

sének megakadályozására. Az űrhajósokat közvetlenül a kiemelő hajó fedélzetén kiépített különleges karanténba viszik, majd a NASA houstoni Űrközpontjába, egy elzárt területre szállítják őket. Vesztegzár alatt maradnak mindaddig, amíg a szakemberek meg nem bizonyosodnak arról, hogy semmiféle olyan holdbéli fertőzést nem hoztak vissza a Földre, amelyek akadálytalanul terjedhetnének el bolygónkon.

18 napig tartják a három űrhajóst karanténban. A vizsgálatok ezalatt kiderítik, hogy az asztronauták semmilyen kórokozót nem hoztak magukkal, a Holdon az életnek semmi jele nincs. Ez bebizonyosodik a holdközetek vizsgálata során is. Amikor Armstrong, Collins és Aldrin kikerül a karanténból, akkor végre fogadhatják azt a különleges köszöntést, ami kijár azoknak az embereknek, akik elsőként léptek egy másik égitestre.

E sorok írásakor az Apollo-11 két, Holdat járt űrhajósa közül már csak Edwin „Buzz” Aldrin van életben. Vele együtt – a tizenkét egykori holdutas közül – már csak négyen. Nagy kérdés, hogy e négy űrhajós közül lesz-e valaki, aki megéri az új Holdra szállás egyre halogatott napját...

(Folytatjuk)

FORRÁSOK

- Aviacija i kozmonavtyika. 1990/7.;
Baker, David: Apollo Hardware. Inventory and Disposition. Spaceflight, 16 (April 1974). p. 137-139;
Ember a Holdon. Az amerikai nagykövetség kiadványa, 1968;
Encyclopedia Astronautica. <http://www.astronautix.com/> [2018.06.20];
Лунная авантюра, альтернатива была? (Kaland volt, vagy alternatíva?). <http://marsmeta.narod.ru/moonrase.html> [2018.06.20];
Nosztyei N1. http://www.b14643.de/Spacerockets_1/East_Europe_2/East_Europe_2.htm [2018.06.20];
И.Б. Афанасьев: Неизвестные корабли, 1991. Ismeretlen űrhajók;
Space Rockets, US Heavy Launchers. http://www.b14643.de/Spacerockets_2/United_States_1/USA.htm [2018.06.20];
Almár Iván (főszerk.): Űrhajózási lexikon. Akadémiai és Zrínyi Kiadó, Bp., 1981.

Végvári Zsolt*

Kilopower – villamos erőmű a Marson

II. rész

A KILOPOWER-HEZ VEZETŐ ÚT

A hidegháború vége felé a hagyományosnak tekinthető rádióizotópos generátorok (RTG-k) teljesítménye már nem volt elégséges az USA tervezett új űrfegyvereihez, de a reaktorral működtetett Seebeck-effektust kihasználó berendezésekkel is elég rossz tapasztalataik voltak. Az 1965-ben felbocsátott SNAP-10A „Snapshot” nevű műhold még most is kering, de mindössze 43 napig működött – igaz, nem a reaktor hibásodott meg. A Szovjetunió viszont tömegesen alkalmazott reaktoros műholdakat, 1965 és 1988 között összesen 33 db USZ-A jelzésű RORSAT-ot (Radar Ocean Reconnaissance Satellite²). Ezek közül több is balesetet szenvedett és radioaktív szeméttel szennyezte a keringési pályáját, egy 1978-as eset során pedig egy légkörben eléggé RORSAT Kanada egy részét terítette be közel egy tonna dúsított uránnal. A fenti okok miatt ismert, hogy a NASA már a '70-es évektől folytatott kísérleteket a Stirling-motor űrbéli alkalmazására, de ezek sosem jutottak el addig, hogy ténylegesen ilyen eszközt juttattak volna az űrbe. Végül a hőcsövek fejlődése adta meg a lökést, ami után a NASA megtette az első komolyabb lépéseket az atomenergia és a hőlégmotor házasítása felé.

Az első működő demonstrátort 2012-ben Glennben, a Nevadai Nemzeti Titkos Kísérleti Telepen (Nevada National Security Site – NNSS) mutatták be szűk szakmai közönségnek. Az eszköz a Kilopower Reactor Using Stirling Technology-ből képzett KRUSTY nevet kapta, ahol a „kilopower” a kilowattra utal, mutatva az eszköz tervezett teljesítményének léptékét. (A „krusty” egyébként angolul ropit jelent, és ugyanígy hívják a Simpson-család című rajzfilm ismert bohóc figuráját is, ami félreértésekre adhat okot.

A két elnevezés gyakran keveredik, de valójában kezdetben a KRUSTY csak a reaktor és a Stirling-motoros energia-konverter egysége volt.) Újabban tudatosan egyre inkább a jobban hangzó „Kilopower” elnevezést használják, de ez már tulajdonképpen a KRUSTY és a hozzá tartozó egyéb berendezések (pajzs, hűtő, vezérlés) teljes egysége, vagyis a működőképes mini erőmű [8].

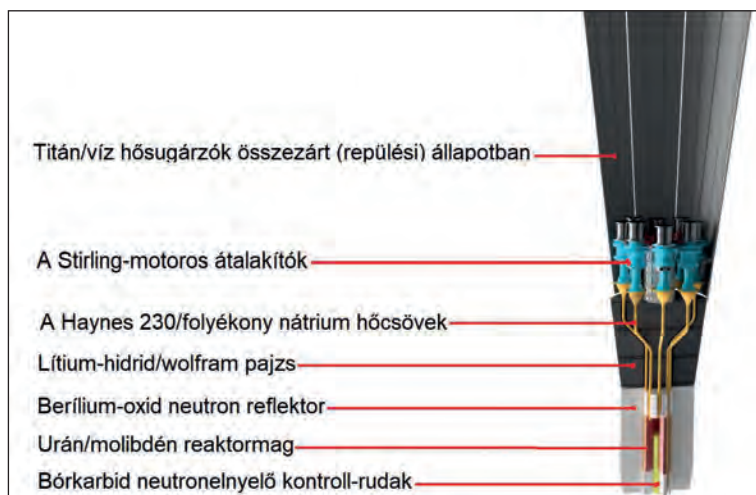
Valójában nem is csak egy konkrét berendezésről van szó, hanem egy eszközkonceptióról, ami az elmúlt 40 év egyetlen számottevő nukleáris energetikai fejlesztése is egyben. A teljes berendezés különféle részeit számos példányban megépítették és a működési próbákon túl egyéb, pl. repülési vizsgálatokat is végeztek már (legalábbis erre utal a Marshall Space Flight Centerrel – Marshall Űrepülési Központtal való együttműködés), de deklaráltan csak egy demonstrátorról van szó, ami még a prototípust megelőző kísérleti fázis. Magát a fejlesztést a DoE (Department of Energy) és a NNSA (National Nuclear Security Administration) felügyeli. Az első az Egyesült Államok sajátos adminisztrációjában kb. az „energiaügyi minisztérium”-nak, míg a második „nemzeti nukleáris biztonsági hivatal”-nak felel meg. A program eddig mintegy 20 millió dollárt emésztett fel [9], ami az európai fül számára kissé borsos (kb. 6 milliárd forint). Ugyanakkor, ha egy majdani Mars-program teljes költségvetését nézzük, ez csupán egy elenyészően kicsi részt képvisel. A demonstrációs fázis befejezését 2020-ra tervezik, a kiértékelés után – amennyiben az a technológiát arra alkalmasnak minősíti – már konkrét küldetésekhez illeszkedő teljesítményű és felépítésű prototípusokat fejlesztenek majd.

A KILOPOWER FELÉPÍTÉSE ÉS MŰKÖDÉSE

Ahogy azt korábban is jeleztük, a KRUSTY még nem egy konkrét berendezés, hanem egy koncepció, a „Kilopower” elnevezés, ami magát a kész eszközt jelöli, de egyre inkább a teljes projekt azonosítására használják. A kiszivárogtatott információkon és néhány közzétett fotón kívül eddig csak egy sajtó nyilvános bemutató volt 2018 augusztusában, ahol egy 1 kW-os, de teljesen működőképes modellt mutattak be. A későbbi prototípusok felépítése várhatóan nagyon hasonló lesz, de számos paraméterük, elsősorban a méretük és a teljesítményük biztosan változni fog. Az alábbiakban a hivatalosan is bemutatott 1 kW-os berendezést ismertetjük [10].

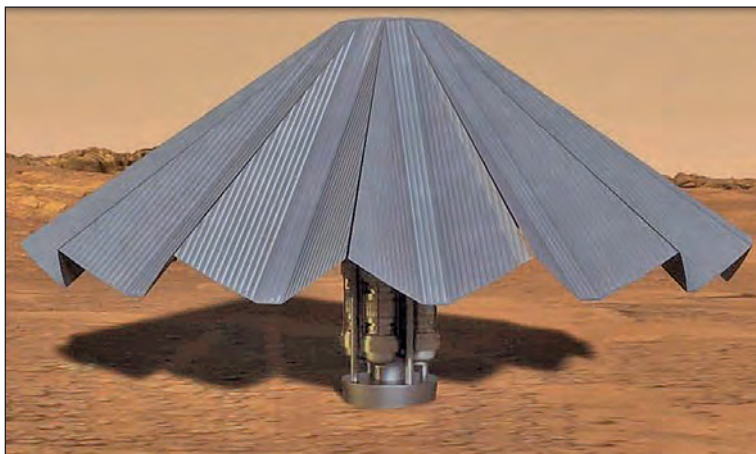
A reaktor teljes tömege 134 kg. A reaktor magja egy 28 kg-os urán-molibdén ötvözet, ez 92%-ban urán 235-ös izotópot és 8%-ban molibdént tartalmaz. A felszabaduló neutro-

5. ábra. A Kilopower felépítése (Forrás: NNSS)



* Mk. alezredes, MH Modernizációs Intézet, kiemelt főtiszt, NKE doktorandusz, vegvari.zsolt@hm.gov.hu. ORCID: 0000-0003-2543-6049





6. ábra. Fantáziakép a Mars felszínén kinyíló hőszugárzóról
(Forrás: NASA)

nok koncentrációja érdekében ezt egy két csonka kúppal lezárt henger alakú berillium-oxid reflektor veszi körül. A kúpok azért csonkák, mert a hőcsöveket a képzeletbeli tengely mentén vezették ki. A reflektor teljes tömege 70,5 kg, a hengerpalást átmérője 27 cm. A nukleáris láncreakciót igen jó neutron-elnyelő tulajdonsággal bíró bór-karbidból készült rudakkal szabályozzák. Ezek a felbocsátáskor teljesen be vannak tolvá a magba és csak a keringési pályán húzzák vissza őket, ezzel beindítva a reaktort. A reaktormagban összesen 8 db hőcső fut a palást mentén. Ezek külső átmérője 1,59 cm, a belső 1,4 cm, és egy Haynes 230 nevű ötvözetből készültek. Ennek anyaga 57%-ban nikkel, de még mintegy tucatnyi fém, javarészt krómot, molibdént, wolframot és kobaltot tartalmaz. Ez az ötvözet viszonylag gyakran használt repülőgépek turbinájában is, mivel durva hőmérséklet-változásokat is elvisel alakváltozás nélkül. Jelen esetben a működési hőmérséklet-tartomány a reaktorban 500–1100 °C. A hőcsövek teljes tömege mindössze 4,1 kg és folyékony nátrium kering bennük.

A reaktor sugárzását egy összesen 40,3 kg lítium-hidridből és 45,5 kg szegényített urániumból álló pajzs ár-

nyékolja le. Ezen kívül helyezkedik el az energia-átalakító, végezetül a hűtő következik. Az energia-átalakító tulajdonképpen kétszer nyolc darab (hőcsővenként egy-egy) tengelyirányban összefordított dupla Stirling-motor – egy-egy 150 W névleges teljesítményű generátorral. Ezeket a Sunpower nevű cég gyártja és minimalizálták bennük a mozgó részeket, így korábban sikerrel teljesítettek 30 000 órás teszt-ciklusokat is. A hőt a világűr (vagy az égitest atmoszférája) felé nagyméretű karbonszálas „szirmok” adják le, ezekben titán hőcsövek találhatók, amelyekben desztillált víz kering. A „szirmok” indításkor be vannak hajtva egy hengerpalástba, működés közben viszont kinyitva egy 100 m²-nél is nagyobb felületet képeznek.

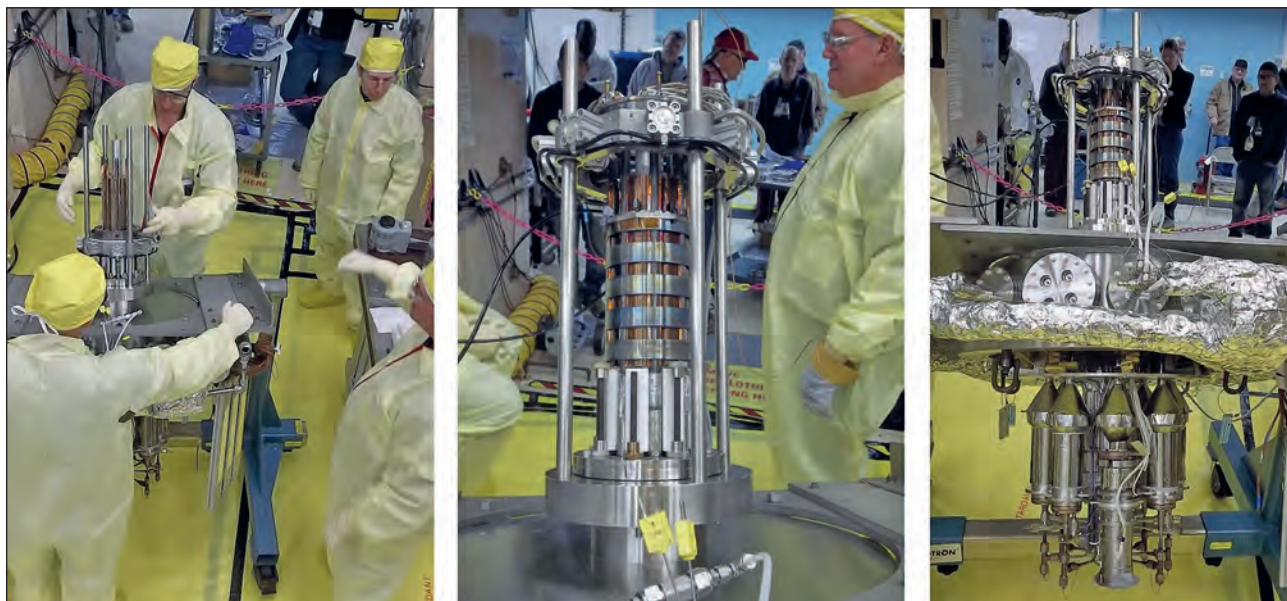
A technológia nagy előnye, hogy a teljes tervezett élettartam során a berendezés nem igényel semmilyen karbantartást, illetve a lán-

reakció is teljesen és passzív módon önszabályozó. Ez azt jelenti, hogy a biztonságos működéshez nincs szükség a hagyományos erőműveknél megszokott elektronikus és mechanikus szabályozó rendszerekre, amelyek különálló berendezések, így további meghibásodási lehetőségeket jelentenek. Ha ugyanis a KRUSTY technológiájú rendszer terhelése csökken, azaz a Stirling-motorok kevesebb hőt vonnak el a reaktorból, akkor annak a hőmérséklete megemelkedik. A reaktormag a magasabb hőmérsékleten kitágul, így viszont csökken a neutronok sűrűsége, vagyis mérséklődik a láncreakció. Nagyobb terhelés esetén a folyamat ellentétes [9].

Ez a tény önmagában is nagy jelentőséggel bír, hiszen ez az első olyan reaktor típus, ahol nem fenyeget az ún. megfutás³.

A teljes 1 kW névleges villamos teljesítményű „repülő” Kilopower tömege pajzzsal és hűtővel összesen 400 kg. A reaktor termikus teljesítménye 4,3 kW, ennek megfelelően a teljes rendszer hatásfoka 23%. Ez máris jóval meghaladja a korábban tárgyalt RTG-két és a teljesítmény növelésével, illetve a technológia finomításával később megközelíthetik, akár túl is léphetik a 30%-ot.

7. ábra. Képek a kísérleti berendezés összeszereléséről 2017-ben, Glenn-ben (Forrás: NNSS)





8. ábra. A Stirling-motoros energia-átalakító egység szerelés közben (Forrás: NNSS)

A KILOPOWER VÁRHATÓ ALKALMAZÁSA

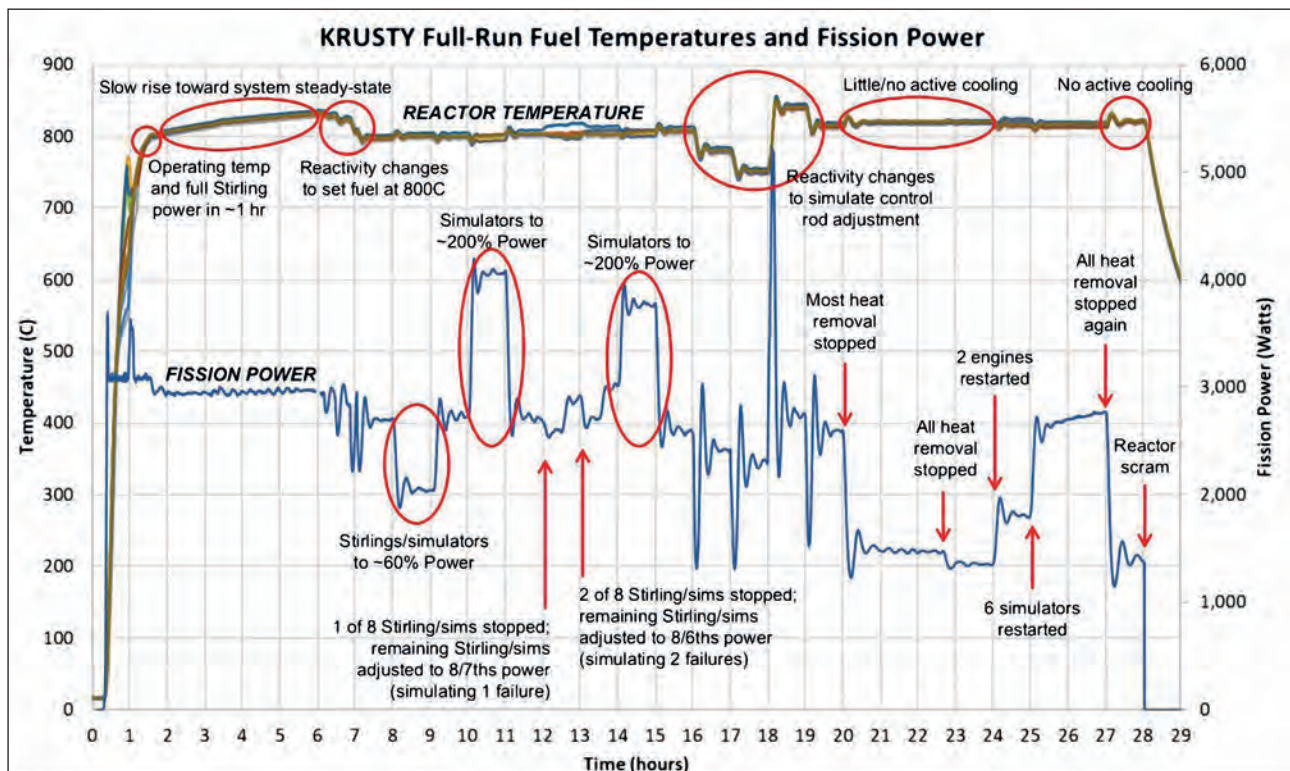
A Föld körüli pályán keringő távközlési és tudományos műholdak számára továbbra is napelemek lesznek a leginkább alkalmas villamos energiaforrások, és ugyanez várható a Merkúr, a Vénusz és a Nap megfigyelésére épített műholdak esetében. Az újabb, ún. többátmenetes⁴ napelemek hatásfoka kiemelkedő, miközben várható élettartamuk is megnőtt az utóbbi időben. Nyomban megváltozik a helyzet azonban, ha a Földtől távolabbi égitestet célunk meg, de akár a Merkúr és a Vénusz is okozhat nehézségeket. A Merkúr keringési és tengelyforgási ideje azonos, vagyis a bolygó mindig ugyanazt az oldalt fordítja a Nap felé, így a napelemekre nem számíthatunk, ha az égitest hideg oldalán szeretnénk egy leszállóegységet hosszabb ideig üzemeltetni. A Vénusz forró és sűrű légköre eddig minden földi eszközt gyorsan elpusztított, de ha mégis sikerülne ott egy leszállóegységnek hosszabb ideig kibírni a

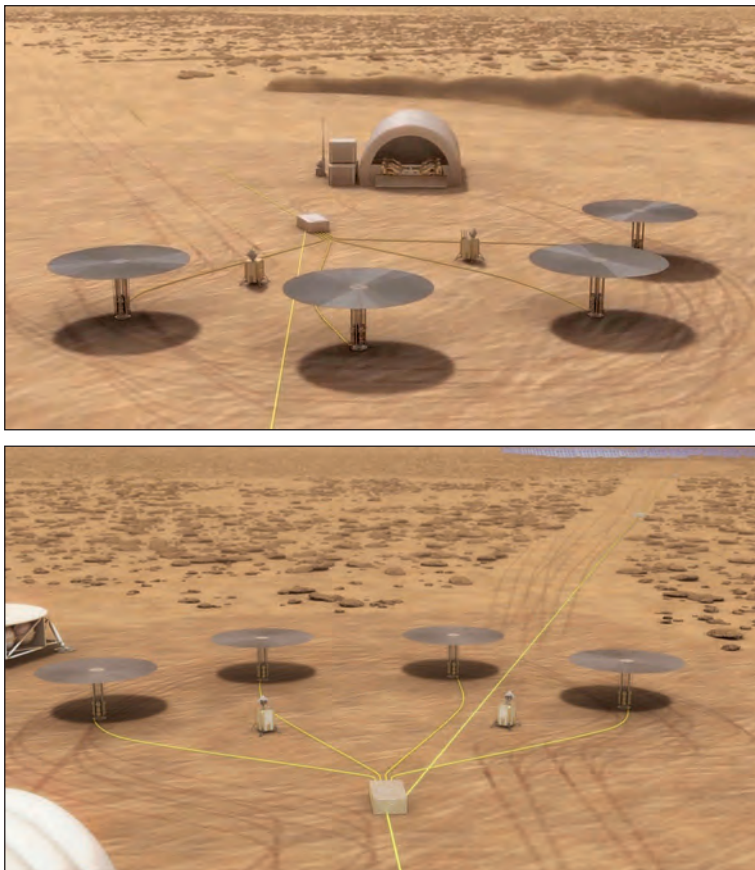
barátságtalan körülményeket, arra számítani kell, hogy a sűrű légkör nem sok napfényt enged át. Megkérdőjelezhető a napelemek alkalmazhatósága akkor is, ha valóban jelentős mennyiségű villamos energiára van szükség, mert ehhez extrém mennyiségű panelt kellene a világűrbe juttatni. Az űrfegyverkezés üteme a Szovjetunió széthullása után ugyan lelassult, de ne legyenek kétségeink afelől, hogy a katonai műholdak újabb nemzedékei egyre több energiát igényelnek majd.

A fenti példák mindegyike eddig az RTG-k klasszikus alkalmazási területe volt, illetve itt működtek a legelső – és nem kimondottan sikeres reaktoros eszközök is, amelyek most új versenytársat kaphatnak. A Kilopower felépítése bonyolultabb, mint egy RTG-é és ennek megfelelően valószínűleg drágább is annál, de mivel az űreszközöknél az ár nem feltétlen élvez prioritást, nagy jövő várhat rá ezen a területen. A Kilopower hatásfoka minden korábbi, nem földi telepítésű nukleáris eszközénél jobb, így alkalmazásával csökkenhet bizonyos műholdak tömege, ami pedig az egyik legkritikusabb paraméter az űreszközöknél. Ahol nagy mennyiségű villamos energiára van igény, pl. folyamatos és nagy mennyiségű vegyi reakció fenntartása, nagy teljesítményű radar vagy akár lézer működtetése esetén, ott az új megoldás várhatóan teljesen kiszorítja a korábbi technológiákat.

Az általánosságokon túl természetesen a cikk legelején említett Mars-küldetés már egy konkrét tervezett alkalmazása a Kilopowernek, bár itt sem a sajtó részére bemutatott eszközről van szó. A Marson a NASA számításai szerint kb. 40 kW villamos teljesítményre lesz szükség az oxigén, illetve a hidrogén-peroxid folyamatos termeléséhez. Ehhez 10 kW névleges teljesítményű, egyenként 1500 kg-os Kilopower egység szállítását tervezik a Marsra, a biztonság kedvéért legalább öt darabot.

9. ábra. A reaktor teszüzeméről készült diagram. A teszt alatt szimulálták egyebek között a Stirling-motorok meghibásodását is. Jól láthatóak az állapotváltozások körüli erős, csillapítatlan oszcillációk. Ezek a passzív önszabályozó rendszerek sajátosságai (Forrás: NNSA)





10. ábra. A Kilopower egységek a Marson – fantáziakép (Forrás: NASA)

nagy teljesítményű aggregátorral üzemeltessenek, de ez az üzemanyag-ellátás szempontjából majd nehezen megoldható logisztikai problémákat okozhat.

Egy korszerű 10 kW-os aggregátor kb. 1 tonnát nyom és névleges terhelés mellett mintegy 3 kg gázolajat fogyaszt üzemóránként. Ha 500 kg (kb. 600 l) gázolajat készletünk mellé, akkor csaknem egy hét (166 óra) üzemidőre számíthatunk. Ehhez képest a Marsra juttatandó 10 kW-os Kilopower bruttó 1500 kg-ban tartalmazza a minimum 5-6 éves üzemidőhöz szükséges üzemanyagot is! Egy, a Földön használt KRUSTY eszköz határfoka nem lenne olyan jó, mint a -63°C átlagos hőmérsékletű Marson, és súlyosabb problémát jelentene a sugárzás is, de ezzel együtt sem zárható ki a távolabbi jövőben a technológia ilyen típusú felhasználása. Erőműveket nem lehet a harctereken kiépíteni, az aggregátoros villamos energiatermelés pedig lényegében nulla fejlesztési potenciállal bír. A KRUSTY technológia ugyanakkor még csak most jött létre, de számos paraméterében máris összevethető a konvencionális megoldásokkal. Ez az eszköz még komoly fejlesztési lehetőségeket rejt magában, így reális esély van rá, hogy a sugárzásból adódó nehézségek ellenére is – jobb megoldás hiányában – megjelenik a jövő hadseregeinek eszköztárában.

FELHASZNÁLT IRODALOM

A Föld gravitációja ellenében rendkívül nehéz és drága a rakéta-hajtóanyagok űrbe juttatása, ezért a naprendszer további felderítése során nagy előnyt jelentene, ha a jóval kisebb gravitációjú Holdon lehetne üzemanyagot gyártani. Bár a Holdnak nincs légköre, mint a Marsnak, üzemanyagot a holdi kőzetekből is elő lehetne állítani, de ennek természetesen előfeltétele a kőzetek rendkívül sok energiát igénylő kitermelése [11]. A Kilopower technológiájával elvben már ez is lehetséges, de a tervezők ez esetben már „Megapower”-ről beszélnek – nomen est omen. Mivel a generátoros áramtermelés nagyon jól skálázható, ha a KRUSTY technológia élesben is bizonyít, a sugárzáson kívül semmi akadályja nem lesz akár 10-20 MW-os vagy még nagyobb erőművek üzemeltetésének a világűrben.

És végezetül egy utolsó gondolat, amely jelenleg még nincs napirenden, de bizonyos fejlődési tendenciákat figyelembe véve talán ezzel is számolhatunk a jövőben. A vegyi indítású ballisztikus löszerek fejlesztésében mára (elsősorban anyagtechnológia korlátok miatt) egyre kevesebb a potenciál. A rakétalövedékek esetében kicsit jobb a helyzet, de ezek a megoldások rendkívül drágák és bonyolultak. Ennek megfelelően szinte valamennyi katonai teoretikus az energiafegyverekben látja a jövőt. A railgun [12] még csak prototípusként létezik, de a lézereket már tömegesen alkalmazzák, és további terjedésük legfőbb akadálya jelenleg az energiaigény [13]. Repülőgépeken vagy hajófedélzeten az óriás gázturbinák vagy atomreaktorok képesek lehetnek az egyre erősebb lézerek táplálására, de a szárazföldi eszközöknél (legalábbis a mobil rendszereknél) ez nem lehetséges. Elvben nem zárható, hogy szárazföldi bázisú energiafegyvereket több

- [8] KRUSTY: First of a New Breed of Reactors, Kilopower Part II, Beyond NERVA, 2017.11.19.;
- [9] M. Gibson: „Welcome to the Kilopower Press Conference”, előadás Kilopower Press Conference, NASA, 2018.05.02.;
- [10] L. Mason: „NASA Kilopower overview and mission applications”. NASA, 2018.05.02.;
- [11] P. McClure: „How a Small Nuclear Reactor Could Power a Colony on Mars or Beyond (Op-Ed)”, Space.com, 18-jan-2018. <https://www.space.com/39413-small-nuclear-reactor-kilopower-mars-colony.html>. [2018.08.16.];
- [12] Zs. Végvári: „Elektromágnesesen gyorsított lövedékek a tüzéség eszköztárában, A Bae Systems EM railgun-ja 1. rész”, Haditechnika, 51. évf. 1. sz., 2017. DOI: 10.23713/HT.51.1.06;
- [13] L. Ványa: Irányított energiájú fegyverek. Nemzeti Közzolgálati Egyetem, Budapest, 2013.

JEGYZETEK

- 2 Óceáni felderítő műhold – a hidegháború csúcspontján a Csendes-óceán északi részét pásztázták, támadó interkontinentális ballisztikus rakéták után kutatva.
- 3 Amikor a reaktormag pl. a terhelés hatására túlmelegszik. A folyamat azért veszélyes, mert ha a melegedés hatására jelentősen torzul a mag, nem lehetséges a neutronok számának szabályozására használt (általában grafit) rudak betolása a magba és kontrollálatlanná válik a láncreakció, ahogy az Csernobilban is történt.
- 4 Több, a különféle színekre érzékeny fotovillamos réteg helyezkedik el egymás felett, így jobban kihasználva a beérkező fény spektrumát.

Vozsech István*

40×46 LV gránát rakéta-póthajtással – egy meg nem valósult fejlesztés

III. rész

A MECHANIKUS GYÚJTÓ ÖTLETE

A cikksorozat korábbi részében már utaltunk arra, hogy a gyújtó fejlesztése is egy diplomaterv-feladat keretében készült el, amelynél az alábbi – szubjektív – szempontok szerint jártunk el:

1. A hallgatót olyan témába kell bevonni, amely üzleti titkot nem érint. (Nem vonható be a folyó projektekbe.)
2. Mechanikus szerkezetet kell terveznie, végrehajtva annak valamennyi számítási feladatát.
3. A tervezési feladat haditechnikai jellegű legyen.
4. A feladat ne igényeljen speciális ballisztikai, áramlástani, hőtani ismereteket.
5. A feladathoz ne kapcsolódjanak kísérletek, alkatrészgyártás.

Az üzemi konzulens én voltam, a diplomafeladat témájában szabad kezet kaptam, ezért célszerűnek láttam egy, a póthajtóműhöz illeszkedő mechanikus gyújtó tervezési feladatainak kiírását. (Személy szerint én az elektronikus gyújtást tartottam a legjobb megoldásnak, de a hallgató géptervező gépészmérnök volt.)

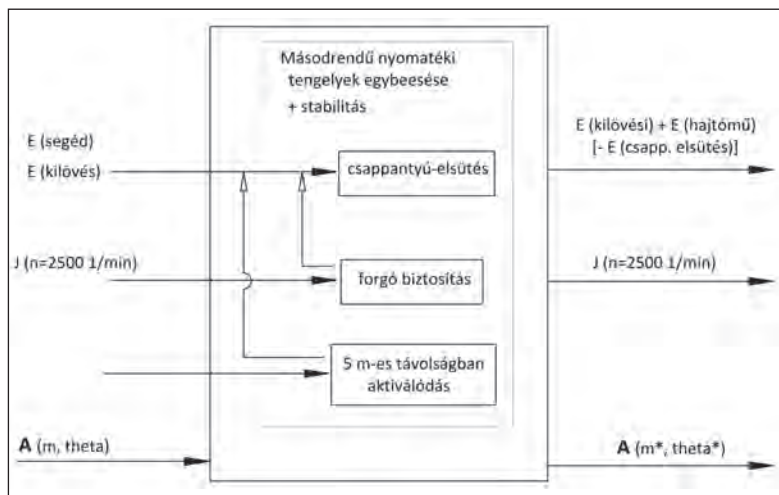
A diplomaterv feladata így egy mechanikus gyújtó tervezése lett, az összes többi lehetőség elvetése nélkül. Fontos hangsúlyozni, hogy más típusú gyújtási rendszert eleve elvetni nem szabad, azokat a fentebb említett módon összehasonlítani és mind műszakilag, mind gazdaságilag értékelni kell, és az optimális megoldást megkeresni.

MECHANIKUS HUZALOS GYÚJTÓKONCEPCIÓ

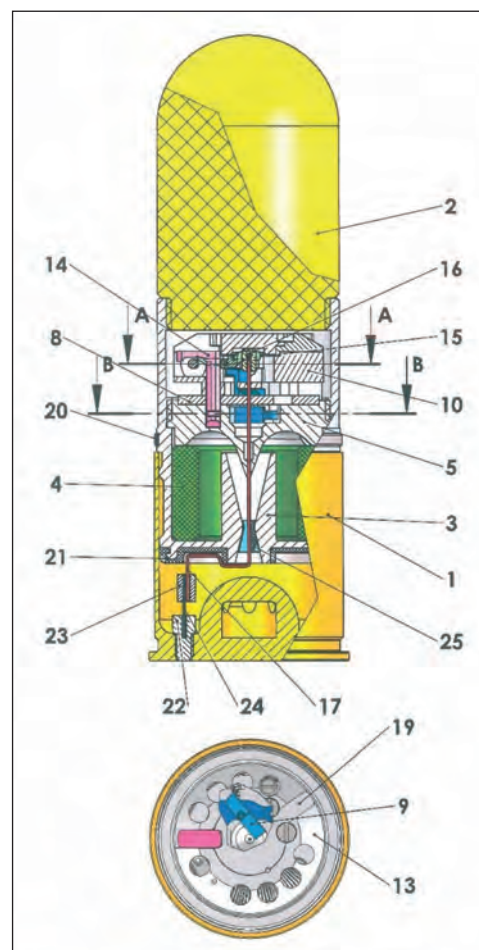
Meghatároztuk a gyújtó alapvető funkcionális, biztonsági, konstrukciós és technológiai követelményeit. A koncepcióképzést a kapott feltételrendszer keretein belül végeztük, a rendszer alrendszerekre való felbontása által funkciómodell segítségével (23. ábra). A koncepcióképzés végeredményeként kapott műszaki megoldás időrendben az alábbiak szerint működik – a tételszámok a 24–25. ábra alapján:

1. A kilövés hatására a gránát (2) mozgása a csőben megindul, ezáltal sebessége és szögsebessége növekszik, és egyben megindul a vastag huzal (17) lecsévéződése a dobrol (21).

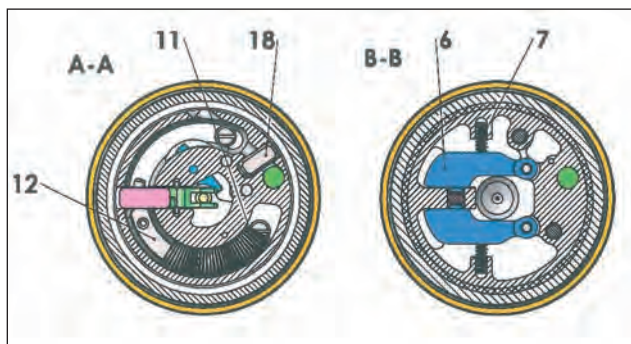
23. ábra. Funkciómodell



24. ábra. Szerelt gránát 01



* ORCID: 0000-0001-9818-7755

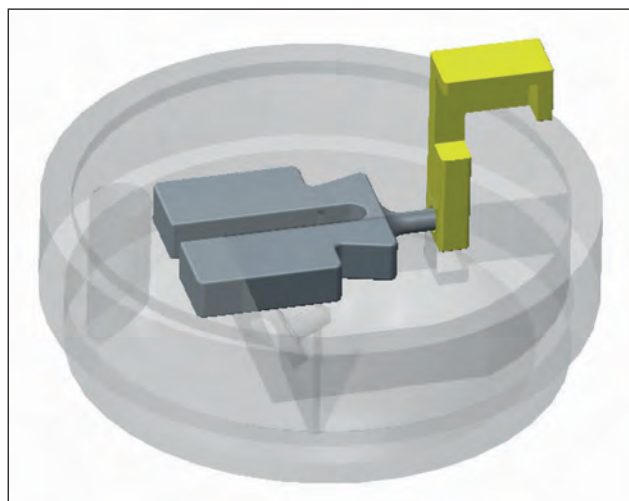


25. ábra. Szerelt gránát 02

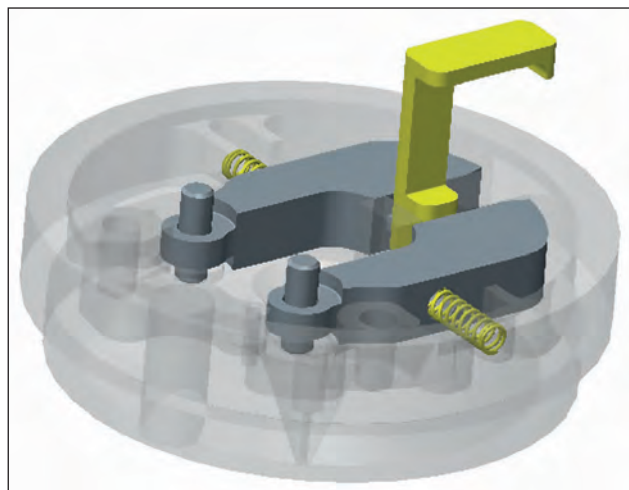
2. A növekvő centrifugális erő hatására az excenter biztosítók (6) a csavarrúgókat (7) összenyomva felszabadítják a biztosító testet (14).
3. A felcsévélt huzal a dobrol lefogya megfeszül, ezzel mozgásba hozva az emelőt (15), – a szemes huzalvégen (16) keresztül – amely a felszabadult biztosítótestet a gránát orra felé mozgatja. Ezzel megkezdődik az ütőtest (12) felszabadítása. A huzalokban keletkező húzófeszültség gyorsulását egyrészt nyúlásaik, másrészt a mozgatott alkatrészek gyorsulásai csillapítják, így bennük a feszültségnövekedés lágy felfutású.
4. A biztosítótest éle lekapcsolódik az ütőtest rasztjától, ezzel az ütőtest felszabadul és kényszerpályáján – az előfeszített ütőtest-rúgók (11) hatására – gyorsulva mozog.
5. A szemes huzalvég homlokfelülete felütközik a házra (10), ezzel megállítva az emelő mozgását. Az emelő blokkolt mozgása következtében a huzalok megfeszülését már csak nyúlásuk csillapítja, így bennük a feszültségnövekedés sebessége nagyobb lesz.
6. A vékony huzalszakaszban (24) a húzófeszültség túllépi a szakítószilárdság értékét, ezért a vékonyabb huzal elszakad, tehermentesítve a vastagabb szakaszt. Ekkor az ütőtest pályájának 50%-ánál jár.
7. Az ütőtest felütközik a kényszerpályáját keresztező vágóbetét (9) forgató-nyúlványával, amelyet útjából kitérítve forgó mozgásra kényszeríti úgy, hogy a vágóbetét elnyírja a biztosító csapját.
8. Az elforduló vágóbetét vágónyúlványa elnyírja a vastag huzalt, és kitér az ütőtest útjából.
9. Az elvágott huzal a saját és az egyesítő hüvely (23) légellenállásának hatására a gránátból kifűződik, és attól lemaradva leesik.
10. Az ütőtest tije nekicsapódik a csappantyú (18) homlokának, elműködttetve azt.
11. A csappantyú gázai a hajtóműkamrába (3) jutva indítják az ott elhelyezett gyullasztótöltetet, majd azok a rakétalőport (4).

A MŰSZAKI MEGOLDÁSOK KIVÁLASZTÁSA

Következő lépésben az egyes funkciókhoz tartozó alrendszereket elemeztük. Felvázoltunk többféle műszaki megoldást, és ezeket a lehetséges műszaki megvalósításokat morfológiai mátrixokon keresztül értékeltük, majd kiválasztottuk az optimálisakat. Az optimum-keresési folyamat az alapkövetelményekhez illesztett, kiterjesztett pontozási rendszeren keresztül valósult meg, azaz az egyes lehetséges megoldások az alapkövetelményeket mind kielégítik, viszont gyárthatósági, szerelési, gazdaságossági, működ-



26. ábra. Arretálás 1 db excenter testtel



27. ábra. Arretálás 2 db excenter testtel

désbiztonsági tulajdonságaik alapján értékelve azokat, ki tudtuk választani a legmegfelelőbbet.

A 26–27. ábra a biztosítótest szállítási, tárolási arretálására (rögzítésére) szolgáló alakzáró excentersonkákának lehetséges műszaki kiviteleit mutatják be.

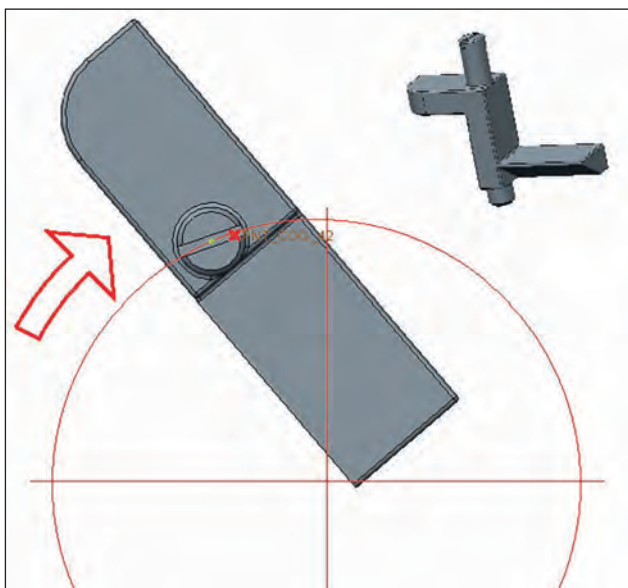
A SZÁMÍTÁSOK, OPTIMALIZÁLÁSOK, ALRENDSZEREK ÖSSZEHANGOLÁSA

A számítási feladatok négy, viszonylag jól elkülöníthető, de egymástól nem szétválasztható részre bonthatók:

1. Szilárdságtani számítások.
2. Alrendszerek dinamikai számításai.
3. Alrendszerek energetikai számításai.
4. Alrendszerek és kapcsolt rendszerek súlyponti, tehetetlenségi számításai.

Szilárdságtani számításokat csak a hajtóműházon, valamint annak menetes kötésén végeztünk, a modelleket ezek alapján módosítottuk.

A gránát kiegészítő berendezéseinek – hajtómű-gyújtó kapcsolt rendszer – egyik fontos kritériuma a dinamikus kiegyensúlyozottság, amely a tehetetlenségi főtengelek és a geometriai főtengelek azonosságát jeleni, jelen esetben csak a hossztengelekre – forgástengelyre – vonatkoz-



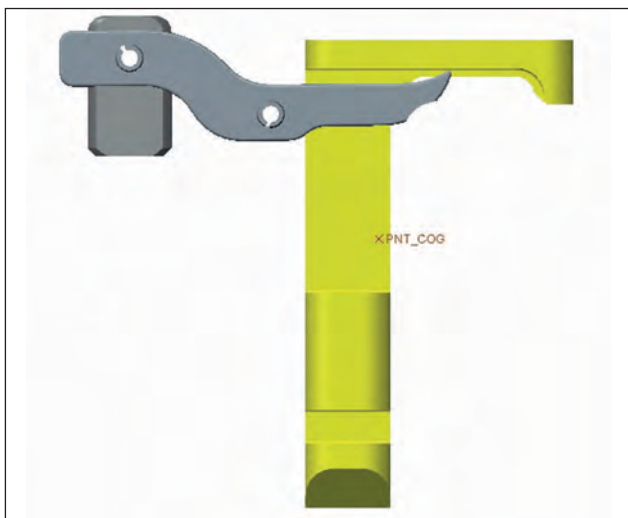
28. ábra. Vágóbetét súlypontjának pozíciója

tatva. Ez a kritérium jelenti egyben a hajtómű-gyújtó kapcsolt rendszer tömegközéppontjának a forgástengelyre való illesztettségét is. Ezen túlmenően az egyes mozgó alkatrészekre is meg kell fogalmazni a tömegközéppontokra, tehetetlenségi főirányokra vonatkozó feltételeket, miszerint az egyes mozgó alkatrészek a gránát szállításakor, leejtésakor, kilövésakor milyen mozgásokat nem végezhetnek, vagy ha a káros hatások nem elkerülhetők, akkor azok hatását hogyan lehet semlegesíteni, minimalizálni.

Néhány példa az alrendszerek súlyponti optimalizására:

- A 27. ábrán látható a két excentersonkás arretálás. A gránát vétlen leejtése során az bármilyen pozícióban ér is földet, az egyik sonka mindenképpen zárva marad, valamint az ékes reteszelés biztosítja a másik sonka visszazáródását.
- A 28. ábrán lévő vágóbetét tömegközéppontját a saját forgástengelyének közelébe hozva, a gránát forgásából adódó erőter forgató hatását csökkentettük.
- A kiemelő alrendszerben (29. ábra) az emelő élét a biztosítóelem súlypontja fölé illesztve megakadályozható a rendszer befeszülése.

29. ábra. Kiemelő rendszer



- A kiemelő alrendszerben az emelő – szemes huzalvég kapcsolt alkatrészek tömegközéppontja forgástengelyüktől balra helyezkedik el, így kilövésakor az emelő éle kis mértékben nekifeszül a biztosítóelemnek, amelyet azonban az excentersonkák még zárnak, így az idő előtti ütőtest-felszabadítás és a kapcsolt alkatrészek belengése egyaránt gátolt.

Látható, hogy az összes súlyponti, tehetetlenségi kritériumnak egyszerre megfelelni nem egyszerű feladat, hiszen az egyes alrendszerek optimalizálása során módosuló alkatrészek a hajtómű-gyújtó kapcsolt rendszer tulajdonságait is változtatják, így valamelyik alkatrész módosítása maga után vonja a hajtómű-gyújtó kapcsolt rendszer egy másik – ebből a szempontból inert – elemének módosítását, amellyel a kiegyensúlyozottsági hibahatárt tartani lehet.

A rendszert három alrendszerre bontottuk:

- a) Kiemelő alrendszer (huzal, szemes huzalvég, emelő, biztosítótest). Mozgásegyenletek segítségével határoztuk meg a rendszer válaszfüggvényeit, a rendszer soros kapcsolású RC körrel analóg.
- b) Elsütő alrendszer (ütőtest, ütőtest-rúgók, vágóbetét, huzal, csappantyú). Mozgásegyenletek segítségével határoztuk meg a rendszer válaszfüggvényeit, majd ellenőriztük, hogy a rendszer kielégíti-e az energetikai kritériumokat. A rendszer analóg modellje egy sorospárhuzamos kapcsolású RLC kör, az induktív tag a szöggyorsulásból adódó fali súrlódás szögsebesség függő csillapítása.
- c) Excenter biztosító alrendszer (excentersonka, excenterrúgó). Erőszámításokkal közvetlenül számolható, dinamikai modellt nem igényel.

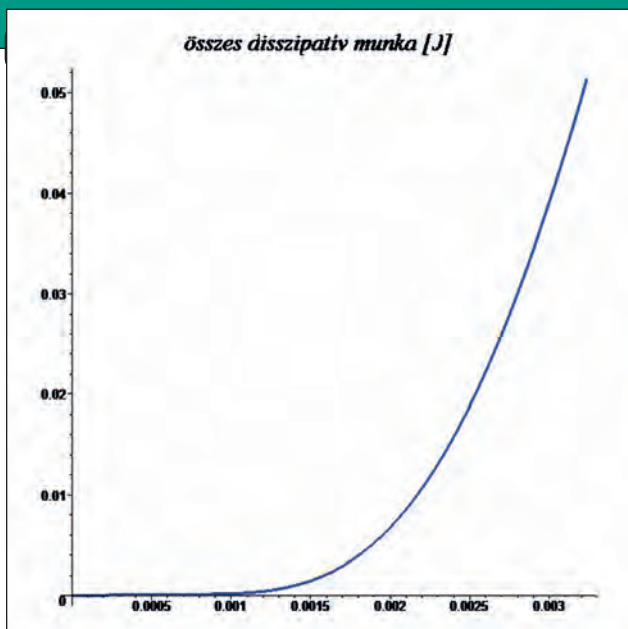
Az alrendszerek dinamikai és energetikai számításainál az alábbiak szerint jártunk el:

1. Felírtuk az a) és b) alrendszer mozgásegyenleteit, majd a kapott differenciálegyenlet-rendszereket numerikusan megoldottuk.
2. Az a) és b) alrendszer megoldásfüggvényeit önmagukban értékeltük, ha szükséges volt módosítottunk az alkatrészek geometriáján, az iterációt a szükséges mértékig folytatva.
3. Az a) és b) alrendszer megoldásfüggvényeit a működési időrenddel összevetve értékeltük, és iterációs módszerrel módosítottunk az alkatrészek geometriáján, míg a kívánt időbeni sorrendiséget optimálisan nem biztosítottuk. Ez az iteráció természetesen az előző pont megismétlését is jelenti egyben.
4. Felírtuk a b) alrendszer energiaegyenleteit, majd a mozgásegyenleteiből kapott megoldásfüggvények felhasználásával megoldottuk azokat.
5. A kapott eredmények alapján meghatároztuk a veszteségmunka (30. ábra) és a hasznosenergia (31. ábra) – a csappantyú elsütését biztosító – függvényt. Iterációs eljárással a kapott eredmények alapján módosítottunk a konstrukción mindaddig, míg a kiegyensúlyozottsági kritériumok kivételével, az összes követelmény nem teljesült.
6. Az iterációs folyamat végén a tehetetlenségi szempontból inert alkatrészek – házak, fedelek, záróelemek – módosításával beállítottuk a hajtómű-gyújtó kapcsolt rendszer tehetetlenségi főtengelyeit.

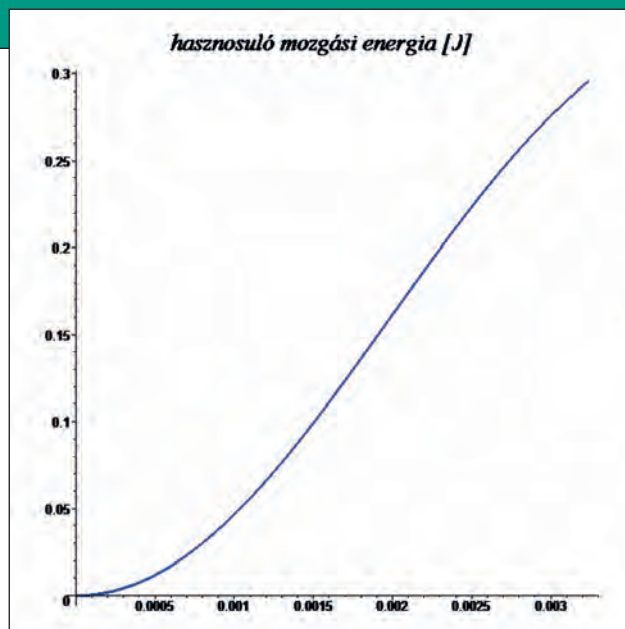
A tervezési folyamat végén megszületett konstrukció egy közel végleges változata (24–25. ábra). A huzalcsésze és a tekercselés részletes kidolgozása idő hiányában elmaradt.

A végleges konstrukciót elemeztük szerelhetőség szempontjából, ezek alapján az alkatrészeket véglegesítettük, és megterveztük a szükséges szerelési technológiát, készülékeket valamint segédesszközöket.





30. ábra. Disszipatív munka-idő (J-s) függvény (A diagram a szerző munkája)



31. ábra. Hasznosuló munka-idő (J-s) függvény (A diagram a szerző munkája)

KÖVETKEZTETÉSEK

Megállapítható, hogy a két diplomaterv keretében elkészült konstrukciós megoldás igazolta az eszköz megvalósíthatóságát. A dolgozatok, a matematikai programok, kidolgozott egyenletek, a felállított modellek segítségével elkészíthető

lenne egy részletes, számításokkal megtámogatott műszaki, megvalósíthatósági tanulmány, esetleg prototípus dokumentáció. Van viszont egy igen fontos tanulsága ennek a történetnek. Sikeres fejlesztést véghezvinni független hadiipari szereplők nélkül, akik saját üzleti kockázatuk terhére finanszírozzák a folyamatokat, bizonyosan nem lehet.

Fischer Ferenc

A „háború utáni háború” 1919–1933

A Dialóg Campus Kiadó a Nemzeti Közszerződési Egyetem kiadójaként jelentette meg 2014-ben Fischer Ferenc: A „háború utáni háború” című, hadtudományi és haditechnikai vonatkozásokkal egyaránt rendelkező monográfiáját. Prof. dr. Fischer Ferenc történész, az MTA doktora (DSc), Dél-Amerika és Németország katonai kapcsolatait kutatja, elsősorban a két világháború közötti korszak eseményeire koncentrálna. Az I. világháború utáni szerződések a vesztes Németország számára szűk mozgásteret jelöltek ki. Az „utolsó szabad kontinens”, Dél-Amerika – azon belül főként Chile – és Németország két világháború közötti katonai kapcsolatai akkor élénkültek fel igazán, amikor a weimari, majd a náci Németország cirkálói szinte évi rendszerességgel tűntek fel a dél-chilei fjordoknál. Ez Fischer Ferenc szerint arra utal, hogy a terület a német admirálisok szemében geostratégiai szempontból Norvégia földrajzi ikerpárját jelentette, ahol feltűnés nélkül gyarmatosíthattak, illetve – a helyi német kolónián keresztül, a korábbi gazdasági és politikai kapcsolatokat kihasználva – kiépíthették érdekeltségeiket. Németország ugyanis – az I. világháború után a technikailag élen járó német repülőgépiparra és hajógyártásra építve – olyan szabad térdimenziókat célzott meg, amelyekkel nemcsak katonapolitikai mozgásterének korlátozottságát tudta enyhíteni, hanem megteremtette gyors világhatalommá válásának előfeltételeit is. A német haditengerészeti, légi és katonai ambíciók nyomán az 1920-as évek második felétől új offenzív haditengerészeti doktrínát dolgoztak ki (Marsch zum Atlantik), amely a Reichsmarine kiképző cirkálóinak rendszeres Dél-Amerika körüli útjáról során realizálódott. Az igen nagy akciórádiuszú dízelmotoros „zsebcsatahajók” szolgálatba állítása ugyanis megteremtette annak lehetőségét, hogy a német haditengerészeti doktrína hatóköre az Északi-tenger térségén túl, a cirkálókörút jegyében immár a létfontosságú angol és francia hajózási útvonalak átmetszését is előkészítse. A másik új térkategória a vertikális légi dimenzió volt, amelynek kiaknázása a Luft Hansa és a Zeppelin Művek által a Németországot és Dél-Amerikát összekötő transzocéáni légi járatokban öltött testet, nagy hatótávolságú dízelmotoros léghajók, illetve – a nagy repülési távolság miatt – a gyakran ugyancsak dízelmotorral működő hidroplánok és utasszállító repülőgépek alkalmazásával. A történész professzor szerint a német törekvések lényege egy soha korábban nem ismert hatalmi státusz, a „légiforgalmi nagyhatalom” pozíciójának elérése volt. A tengeri kapcsolatok felélénkítésével, de főként az új interkontinentális légi járatok megnyitásával a geostratégiai tér két pontja – Németország és Dél-Amerika – közelebb került egymáshoz. A Haditechnika olvasóinak figyelmét a könyvben bemutatott német hadihajók, léghajók, hidroplánok és utasszállító-repülőgépek egyaránt felkelthetik.

A 608 oldalas, 8980 Ft-os árú keményborítású kötetben 32 színes térkép és 77 fekete-fehér ábra egészíti ki az események és összefüggések megvilágítását. (Dr. Hegedűs Ernő alezredes)



1. ábra. Egy norvég Leopard 2 A4 változat, menetben



Kelecsényi István*

A harcmezők „nagymacskái” – a Leopard 2-es harckocsicsalád **I. rész**

A LEOPARD 2 ELŐTÖRTÉNETE

A Német Szövetségi Köztársaság az amerikai M47-es és M48-as leváltására, Franciaország pedig a balsikerű AMX-50 harckocsifejlesztést követően döntött arról, hogy közös francia-német páncélosként kifejlesztzenek egy-egy harckocsit, hogy együtt szolgálatba állíthassák azokat. A nemzeti hadiipari érdekek azonban felülírták a programot, így végül mindkét ország a saját fejlesztését rendszeresítette. Az AMX-30 nevű francia konstrukció, a hazai haderőn kívül komoly exportsikereket ért el: Ciprus, Görögország, Spa-

nyolország, Chile, az Egyesült Arab Emírségek, Szaúd-Arábia, Katar, Venezuela, Nigéria, Irak (igaz, csak 5 db-ot) és Bosznia-Hercegovina (az Egyesült Arab Emírségek adománnyaként) haderői is rendszeresítették ezt a típust.

A német Krauss-Maffei Wegmann (KMW) cég által kifejlesztett Leopard 1-es ugyanakkor a NATO egyik legjobb harckocsijának számított. A Leopard mozgékonyágban felülmúlta az amerikai M47-es és M48-as, a brit Centurion, FV4201 Chieftain, valamint a francia AMX-50-es és AMX-30-as harckocsikat, tűzereje jobb volt az amerikai és francia vetélytársainál, és közel egyenértékű volt a brit harcko-

ÖSSZEFOGLALÁS: Az 1950-es évek végén a Német Szövetségi Köztársaság az amerikai M47-es és M48-as leváltására, Franciaországgal közösen akart új harckocsit tervezni. Németország végül önállóan fejlesztette a Leopard 1-es, amely a hidegháborúban a NATO egyik alapharckocsija lett. Szinte alig kezdődött el a gyártása, amikor a Krauss-Maffei Wegmann (KMW) – a KPz-70 program leállítását követően – elkezdte az utód, a Leopard 2-es tervezését, amely a világ egyik legjobb harckocsijaként ismert. Az 1980-as években rendszerbe állt Leopard 2-es a folyamatos fejlesztésnek és korszerűsítésnek köszönhetően ma is a világ élvonalába tartozik. Széles körben exportálták. A legújabb információk alapján, a Zrínyi 2026 program keretében, 2020-tól a Magyar Honvédségben is rendszeresítenek 12 darab Leopard 2 A4-est és a legújabb változatból 44 darab 2A7+ harckocsit.

KULCSSZAVAK: Német Szövetségi Köztársaság, Leopard 1, NATO-harckocsi, KPz-70 program, Leopard 2, 120 mm-es L/44, 120 mm-es L/55 löveg, Leopard 2 A7+

ABSTRACT: At the end of the 1950s, the Federal Republic of Germany planned to design a new tank together with France, to replace the American M47 and M48. Germany eventually developed the Leopard 1 on its own, which became one of the NATO's basic tanks during the Cold War. Its production barely began when Krauss-Maffei Wegmann (KMW), after stopping the KPz-70 program, began designing the successor, Leopard 2, which became one of the world's best main battle tanks (MBT). The Leopard 2, which was entered into service in the 1980s, is still at the forefront of the world thanks to continuous development and upgrading. It was widely exported. According to the latest information, twelve Leopard 2 A4 and forty four newest 2 A7+ tanks will be introduced in the Hungarian Defence Forces within the framework of the Zrínyi 2026 program from 2020 onwards.

KEY WORDS: Federal Republic of Germany, Leopard 1, NATO tank, KPz-70 program, Leopard 2, 120 mm L/44 gun, 120 mm L/55 gun, Leopard 2 A7+

* ORCID: 0000-0001-5563-3313





2. ábra. Holland Leopard 1 A5V típusú harckocsi az Amersfoortban, a Holland Páncélos Múzeumban

csikével, utóbbiakénál modernebb célzókészülékkel. Páncélvédetségben, kisebb tömege ellenére jobb volt a francia, egyenrangú volt az amerikai harckocsikkal, és bár elmaradt a brit típusokétól, de kedvező homlokpáncél-kialakításával szemből elégséges volt a védetség. A Leopard 1-es mozgékony, megfelelő homlok- és viszonylag gyenge oldalpáncélzattal, erős fegyverzetével, kiváló célzóberendezésével elsősorban manőverező hadviselésre készült. A Leopardot az újjáalakult Bundeswehrben dolgozó volt második világháborús páncélos tábormokok, köztük Heinz Guderian és Eric von Manstein tapasztalatainak felhasználásával, szaktanácsaik nyomán tervezték. Elvetették a német „megalomán” védetségét és a tüzértől előtérbe helyező nehéz, nagy üzemanyag-fogyasztású harckocsik ötletét, amelyek fejlesztése a Tigris és a Királytigris nyomán készült volna. (A britek azonban éppen abban az irányban fejlesztették védekező nehéz harckocsijaikat.)

A Leopardot Németországon kívül Belgium, Dánia, Görögország, Hollandia, Kanada, Norvégia, Olaszország és Törökország is rendszeresítette, emiatt a típusra kvázi a NATO összeurópai harckocsijaként is lehet tekinteni. A britek az amerikai és a franciák saját gyártású páncélosokat állítottak szolgálatba.

A Leopardot folyamatosan fejlesztették. Az 1A1 változat stabilizátort és hőkiegyenlítő műanyagköpenyt kapott a lövegére, valamint előtérpáncélzatot is szereltek rá. Az A2 változatot erősebb toronypáncéllal, jobb irányzékkal gyártották és a légkondicionáló berendezését modernizálták. Az A3-as üreges páncélzattal és ék alakú lövegpajzzsal építették, így a harckocsi tömege nem változott, de védetség 50%-kal növekedett. Az A4-es modifikációba digitális tűzvezető berendezést építettek, az A5-ös az A1-es átépített, új tűzvezető rendszerrel és éjjellátó készülékkel ellátott

3. ábra. Az MBT 70/KPz-70 bár az 1960-as évek végén forradalmi újításokat hozott a harckocsifejlesztés terén, a rendkívül magas gyártási költségekre hivatkozva elvetették a sorozatgyártást. A prototípusokkal szerzett tapasztalatokat később felhasználták a Leopard 2 tervezésénél



változata. 1987-től erre a modifikációra építették át az összes német harckocsit, ezek lettek a sztenderd Leopardok. Az A6-os az A1-es változatának kiegészítő páncélzattal és 120 mm-es löveggel átépített tornyú kísérleti változata volt, ennek fejlesztését leállították. A Leopard sebességével, védetségével és lövegének páncélátütő képességével méltó ellenfele volt a szovjet tervezésű T-54-es, T-55-ös közepes harckocsiknak, és 105 mm-es lövegével a T-10-es nehéz harckocsi elleni harcra is alkalmas volt. A Leopardból összesen mintegy 5000 darab épült.

A LEOPARD 2 FEJLESZTÉSE

A Leopard 1-es sorozatgyártása még alig kezdődött el, amikor továbbfejlesztése mellett, már a váltótípusán is gondolkodtak. Ennek terveit 1965-ben kezdték kidolgozni. A NATO-országok hírszerzési jelentései szerint a szovjet T-62-es 115 mm-es lövegével közel egyenértékű volt a német típussal, a tervezés és gyártás előtti T-64-es, 125 mm-es ágyújával tüzében felülmúlta azt.

Az orosz páncélosok feletti minőségi fölény megtartásáért az Amerikai Egyesült Államok és a Német Szövetségi Köztársaság MBT-70/Kampfpanzer-70 (Kpz-70) néven közös harckocsifejlesztésbe kezdett. Az elkészült modell egy rendkívül modern, 50 tonna tömegű, hidropneumatikus felfüggesztésű, alacsony építésű, 152 mm-es a MGM-51 Shillelagh páncéltörő rakéta indítására is alkalmas XM150E5, vagy Rheinmetall L/44 120 mm-es sima csövű löveggel felszerelt harckocsi lett, amelynek prototípusai eltértek egymástól, attól függően, hogy német vagy amerikai változatról volt szó. A német változat tervezése során felhasználták a Kraus-Maffei Wegmann „Keiler” (vaddisznó) nevű tervezetét, amely a „Vergoldeter Leopard” (aranyozott leopárd) fejlesztésen alapult. A program végül 14 darab prototípust eredményezett, de a hosszú távú, eltérő iránykövetelmények és a rendkívül magas költségek miatt a Bundestag 1,1 milliárd DM (~303 millió USD) elköltése után a fejlesztést. Németországban a koblenzi és a munsteri harckocsimúzeumokban megtekinthető a KPz-70 két német prototípusa, az USA-ban három saját változat került múzeumokba.

1970-ben, Helmut Schmidt kancellár döntése alapján a Keiler tervezet és a Kampfpanzer-70 prototípusoknál kipróbált új technológiák, fődarabok átvételével elindult a Leopard 2-es program. A KPz-70 programból többek között rendelkezésre állt a teljesen kifejlesztett MTU PT873 1500 LE-s harckocsi dízelmotor, a Renk HSWL 354 sebességváltó, a Rheinmetall L/44 harckocsilöveg. A KPz-70-esből megmaradt fődarabok miatt a Daimler-Benz által ajánlott MB872/ZF harckocsimotor fejlesztését elvetették.

A Leopard 2 fejlesztése során 17 prototípust (Erprobungsreihe) építettek, 10 darab 105 mm-es huzagolt csövű, és hét darab 120 mm-es sima csövű löveggel felszerelt változatot. Az első prototípusoknál két különböző felépítésű futóművet próbáltak ki. Az egyik változat a Keiler sűrűlód csappantyús torziós rúd-felfüggesztésen, a másik elképzelés a KPz-70-esnél alkalmazott, jóval komplexebb hidropneumatikus felfüggesztésen alapult.

A kétféle futómű-változattal épített járműveket a Trier közelében lévő gyakorlóterepen, a WDT-41-es kísérleti egységnél próbálták ki, és végül a KPz-70-es felfüggesztést utasították el, amely változat – az indoklás szerint – nem volt elég érett a tömegtermeléshez. (Érdekes módon sokáig nem foglalkoztak ilyen irányú más harckocsi tervezéssel, de a dél-koreai Leopard K2-es páncélosokat, hasonló rendszerű fűggesztéssel látták el a 2000-es években).

A Leopard 2K néven futó program 16 darab prototípusának kipróbálása 1972–73-ban Trier térségében zajlott le. Az első, sorozatgyártásra érett futóművel és motorral ellátott, de még torony nélküli járművel 1972-ben, Meppen mellett folytatták a teszteket. 1973-ban és '74-ben a Leopard 2 prototípusokkal Kanadában és az Amerikai Egyesült Államokban, Arizonában szélsőséges, téli és nyári körülmények között próbálták ki a harckocsikat. A tesztek és a végső változat kialakításához szükséges módosítások arra is irányultak, hogy a harcjármű tömegét a specifikációnak megfelelően 50 tonna alatt tartsák. A tömegkorlátozás azért volt szükséges, hogy az erős motorral együtt megfelelő mozgékonytságot biztosítsanak a harckocsinak. A harckocsitorony átalakítása például másfél tonna tömegcsökkenést eredményezett, de a Leitz GmbH & Co. újratervezte a külső borítást, ami kedvezőbb toronyformát eredményezett, valamint lehetőséget teremtett később további előtérpáncélzat felszerelésére.

Az 1973-as közel-keleti, jom kippuri háború tapasztalatai alapján döntöttek a védettség fokozásáról. A torony-átalakításból megtakarított tömeget extra páncélozásra használták fel. Közben az Egyesült Államok ismét érdeklődni kezdett a Leopard 2 projekt iránt, sőt a 7. számú prototípust is megvásárolta. A próbák jelentősen befolyásolták az amerikai XM1 kísérleti harcjármű, a későbbi M1 Abrams fejlesztését. Ugyanakkor az amerikaiak komolyan kritizálták a német harckocsi – szerintük – elégtelen páncélvédelmét. A Krauss-Maffei Wegmann számára is nyilvánvaló lett, hogy az 50 tonnás tömegkövetelmény nem tartható fenn, ha megfelelő védettséget akarnak biztosítani, ezért 1973-ban a követelményeket módosították. A védettséget a páncélzat vastagságának és szerkezetének változtatásával javították. A Leopard 2-est eredetileg erősen döntött, üreges perforált acélpáncélzattal gyártották volna. A páncélvastagság növelése a harckocsi tömegét 60 tonnára emelte, amely a mozgékonytságot hátrányosan befolyásolta. Ezért a brit Chobham típusú páncélzat alkalmazásával elérték, hogy a harcjármű tömege a védettség növekedésével nem arányosan, hanem annál kisebb mértékben növekedjen. A 14. számú prototípusra építették rá az új, nagyobb méretű tornyot, amely a löszertárolót is tartalmazta. Ebbe a toronyba szerelték be először a 120 mm-es Rheinmetall löveget. A 19. számú prototípusba még a Leopard 1-es, a 21. prototípusba pedig az új, Hughes-Krupp Atlas Elektronik EMES 13 tűzvezető rendszert építették.

A Leopard 2-es tömegproblémái miatt, a gyártó alternatív megoldásként a Leopard 1-es harcértékének növelésére is indított programokat. Ennek egyik opciója volt a 105 mm-es ágyúhoz új lövedékek fejlesztése és a javított páncélvédelem; 882 kW-os (1200 LE) vagy 1103 kW-os (1500 LE) (a Leopard 2-eshez, illetve a KPz-70-eshez) kifejlesztett motorokkal új változat kialakítása. A másik megoldás során a páncélzathoz nem nyúltak hozzá, de az L/44-es 120 mm-es löveget építették a Leopard 1 tornyába. Végül az utóbbi opció lett a Leopard 1 A6 változat, de végül mindkét tervet elvetették, mert a tömegprobléma megoldódott.

Az amerikai érdeklődés miatt a Leopard 2-es amerikai gyártására a Krauss-Maffei Wegmann lépéseket tett. Az amerikai specifikációk alapján a 19. és 20. számú prototípust átépítették. Az amerikai MLC60 specifikációnak megfelelően javították a védettséget, egyszerűsítették a tűzvédelmi rendszert, felülvizsgálták a löszerkészlet védelmével és kezelésével kapcsolatos megoldásokat, a harckocsi haspáncéljának védelmét, egyszerűsítették a segédgenerátor eltávolítását, valamint a teljes elektronika és hidraulikai rendszert a torony hátsó részében helyezték el, hogy



4. ábra. A Leopard 2 PT15 T02-es prototípusa 105 mm-es löveggel felszerelve, a németországi Trierben

megkönnyítsék a karbantartási és javítási munkák elvégzését. Az A2V Austere típusjelzéssel ellátott két prototípust a tengeren túlra, az aberdeeni Proving Grounds-ra szállították. A harckocsikat 1976 szeptembere és 1977 márciusa között próbáknak vetették alá a Chrysler és a General Motors két XM-1 prototípusa ellen. Az összes harckocsit 105 mm-es löveggel látták el, a német változatot L7A3 típusú harckocsiágyúval.

A próbák végén az amerikaiak szerint 17:6 arányban a Chrysler prototípus bizonyult jobbnak. A tesztek teljes körű eredménye nem került nyilvánosságra. Az Egyesült Államok döntéshozói már a próbák megkezdése előtt eldöntötték, hogy a hazai ipar támogatása érdekében – amit lobbierdek is befolyásoltak –, az M1 Abrams-et fogják rendszeresíteni. A próbákról készült jelentésben leírták, hogy az amerikai és német típus egyforma mozgékonyságú és tűzerejű, de a XM1 jobb páncélzattal rendelkezik. Később kiderült, hogy ez csak a tompa fejrészű lövedékek esetében igaz, a kinetikus és a robbanótöltetek ellen a Leopard 2-es páncélzata véd jobban. A német harckocsi dízelmotorja hangosabb volt, de jóval kedvezőbb fogyasztású, mint az azonos teljesítményű amerikai harcjármű gázturbinája. A 20. prototípusnál a toronypáncélzat tömegét hozzászámolták a harcjármű teknőjéhez, és az így kapott fals adatokra is hivatkozva elvetették a Leopard 2-es rendszeresítését az amerikai hadseregben. A két német prototípus páncéltestét visszaszállították Németországba, de a 19. számú torony az USA-ban maradt, a lövegét pedig a 120 mm-es, L/44 Rheinmetall ágyúra cserélték. Az 1977-ben végrehajtott lövészeti próbákban az utóbbi sokkal jobb eredményt mutatott, mint az M1-es 105 mm-es M7-es ágyúja, amelyet az Abramsok első szériája kapott.

5. ábra. Egy korai szériagyártású példány. Még a Bundeswehr „egyenzőldjét” viseli, amit később a német Leopard 2-esen felváltott a háromtónusú NATO-standard kamuflázs





6. ábra. A Leopard 2-es MTU MB 873 Ka-501 motorja a komplett hajtáslánccal együtt kiemelhető, megkönnyítve a harctéren a motorcserét, javítást, karbantartást. A képen a hajtóműre szerelve látható a kiemelést segítő darutraverz szerkezete is

A németországi kipróbálás közben tovább zajlott és 1977 januárjában három prototípus és két páncéltest legyártásával végződött a prototípusok és előszeriák építése. A tesztek után a járműtest elejének a védettségét megerősítették.

A LEOPARD 2 SOROZATGYÁRTÁSA

1977 szeptemberében az NSZK hadügyminisztériuma 6 részletben 1800 darab Leopard 2-es harckocsit rendelt meg a gyártótól az alábbi megoszlásban: az I. széria 380 db-ot, a II-V. négyszer 300 db-ot, a VI. 220 db-ot tett ki.

Az 1800 darab harckocsit, a fejlesztő Krauss-Maffei Wegmann AG mellett alvállalkozóként a kiel Krupp-Maschinenbau (MAK) is gyártotta, az összmennyiség 45%-a náluk készült. A tűzvezető rendszerhez az amerikai Hughes Corporation és az AEG-Telefunken is ajánlott megoldást, de végül az amerikai cég rendszerének licencét vásárolta meg a Rheinmetall/Zeiss. Az első sorozatgyártású harckocsit 1978. október 11-én adták át a hadseregnek, majd 1979 első felében újabb négyet vettek át a katonák. Ezek a példányok Trierben maradtak további tesztelési és kiképzési céllal. A tömeggyártás megkezdődött. Az első sorozat 30

7. ábra. Egy Afganisztánban bevetett dán Leopard 2 A5 DK jelzésű harckocsi, a Diehl által gyártott láncfalpának részlete. Jól megfigyelhetők a gumibetétek, amelyek közül egy hiányzik



járműből állt, majd 1979. október és 1982. március között 200 további Leopard 2-est adtak át.

1990-ig a Krauss-Maffei Wegmann nyolc sorozatban összesen 2125 db harckocsit gyártott A0-tól A4-ig, több változatban. A MAK felelős a Leopard 2 végleges összeállításáért, a Blohm+Voss építi az alvázat és a páncélzatot, a Henschel Defense Technology (jelenleg Rheinmetall LandSystems) a torony gyártását végzi, a Rheinmetall Defense Technology és a Wegmann & Co. (ma KMW) készíti a 120 mm-es főfegyverzetet. A ZF Friedrichshafen AG, az MTU és a Diehl Remscheid a dízelmotort, a sebességváltót gyártja, a tűzvédelmi rendszert a brémai STN Atlas Elektronik cég készíti, a Carl Zeiss a harckocsi optikai rendszereit állítja elő.

A LEOPARD 2 FELÉPÍTÉSE, RENDSZEREI

Külsőre a Leopard 2-es nem „forradalmi újítás” a Leopard 1-eshez képest, bár a páncéltest formáján és szerkezetén is módosítottak. Kezdetről fogva a páncélvédelem javítása volt az egyik fő cél. A legnagyobb különbség a Rheinmetall L/44 120 mm-es sima csövű ágyújának egy teljesen új toronyba történő építése és az új acélövzetből készült, rétegelt, kompozit (Chobham) páncélzat bevezetése volt. Az acélrétegek között kerámia és műanyag rétegeket is tartalmazó páncélzat jelentősen korlátozza a kumulatív páncéltörő lövedékek hatásosságát, és kisebb tömegnövekedés ellenére jelentősen növeli a harckocsi védettségét.

A páncéltest RHA hegesztett acélból készül, keményített felső réteggel. A réteges páncélzat mellett a harckocsiaknak hatásának csökkentése érdekében bordákkal merevített fenékpáncélzatot alkalmaztak. Az oldalpáncélzat és a futómű felső harmada kötényezett. A kezelőszemélyzetből a vezető a jobb oldalon ül a páncéltestben, háromperiszkópos látómezővel a nagy dőlésszögű homlokpáncélzat alatt. Mögötte alakították ki a vészkijáratot egy jobb oldali csúszó nyílással. A motor és az erőátviteli rendszerek a páncéltest hátsó részében találhatók. A küzdőteret és a beépített motorteret tűz- és robbanásbiztos páncélfal választja el.

A karbantarthatósági szempontokat figyelembe véve, a teljes hajtáslánc, tehát az MTU MB 873 Ka-501 típusú motor, a Renk HSWL 354 váltómű, az előtétajtómű, valamint a hűtő és segédberendezések egy darabban kiemelhetők a páncéltestből. A motor- és sebességváltó-csere szintideje terepen 35 perc, laktanyában ez 15-20 percre csökkenthető.

A harckocsi motorja 12 hengeres, 46,76 literes négyütemű turbófeltöltős dízelmotor, amely 1103 kW-os (1500 LE) teljesítményű. Végsebessége eléri a 68 km/h-t, de békeidőben 50 km-re korlátozott. Álló helyzetből 6 másodperc alatt gyorsul fel 35 km/h-ra. A 68 km/h-s maximális sebesség mellett fékútja álló helyzetig mindössze 35 méter.

A HSWL 354 nyomatékvtató hidropneumatikus működésű, négy előre és két hátra menetfokozattal, a váltó egy modulban helyezkedik el a dízelmotorral. Digitális hibakezelő-rendszerét a karbantartók notebookkal használják. A motor és a sebességváltó blokk tömege 6120 kg.

A Leopard 2-es üzemanyagkészlete négy üzemanyagtartályban összesen 1160 liter lehet. A harckocsit 8 darab 12V/125Ah akkumulátorral szerelték fel, amelyek a 24 voltos elektromos rendszert táplálják.

A láncfalpat a Diehl készíti gumibordázott végcsatlakozókkal, és 18 db eltávolítható gumibetéttel. Utóbbiakat fém kapaszkodó karmokra lehet cserélni, ami növeli a terepen a mozgékonyt. A harckocsi 5 másodperc alatt fordul meg saját tengelye körül, 3 méter széles, illetve 1 méter



8. ábra. Egy Leopard 2-es harckocsi a mélyvízi átkelést demonstrálja. A torony búvónyílására szerelt „légzőcsővön” keresztül jut levegőhöz a legénység és a motor a víz alatti haladás során

magas akadályon képes átkelni. A Leopard 2-es légzőcsőv használataival, minimális külső előkészítéssel 4 méter mélységig víz alatti átkelésre is alkalmas.

A harckocsi fő fegyverzete a toronyban található, ahol a háromfős kezelőszemélyzet (irányzó, parancsok és a töltőkezelő) tevékenykedik. A parancsnok és az irányzó a löveg-től jobbra, a töltőkezelő balra helyezkedik el. A 120 mm-es löveg belülről krómozott, hogy 700 MPa lövegnyomás-sal számolva körülbelül 500 lövés leadását bírja. A löveget füstelszívó berendezéssel is ellátták. A lőszer-javadalmazás 42 db, részlegesen eléggő hüvelyű egyesített lőszerből áll. A lövedékek egy részét a vezető mellett a harckocsi elejében, másik részét a torony hátsó részében helyezték el.

A javadalmazást a harcfelelőstől függően többfajta lőszerből lehet összeválogatni, melyek a szabványos kialakítású harckocsiágyú miatt akár különböző nemzetek gyárából is ki kerülhetnek.

Páncéltörő lőszer:

- DM 33A1¹, űrméret alatti wolfram keményfém magvas, leváló köpenyű nyíllövedék² 560 mm RHA³ páncéltűrővel;
- M829A2, a DM 33A1 lőszer amerikai (GD-OTS) megfelelője, az Öbölháború „Silver Bullet”-je;
- DM 33 PELE⁴, megnövelt repeszhatású DM 33A1 lőszer;
- DM 43A1, űrméret alatti wolfram keményfém magvas, leváló köpenyű nyíllövedék a DM 33A1 továbbfejlesztése, nagyobb kezdősebességre;
- 120 OFL F1, a DM 43A1 lőszer francia (NEXTER) megfelelője;
- DM 53, űrméret alatti wolfram keményfém magvas, leváló köpenyű nyíllövedék az L/44 és L/55 csőhosszúságú harckocsiágyúk részére;
- 12 cm Pz Kann Pfeil Pat 98 Lsp, svájci gyűjtővel ellátott DM 53 lőszer;
- DM 53A1, a DM 53 lőszer, DM 63 hajtótöltetével szerelt változata;
- DM 63, űrméret alatti wolfram keményfém magvas, leváló köpenyű nyíllövedék, hőmérséklet rezisztens hajtótöltettel, csak az L/55 csőhosszúságú harckocsiágyúk részére;
- DM 63+ a DM 63 továbbfejlesztett változata 2019-s induló gyártással;
- M322 izraeli űrméret alatti lőszer L/44 és L/55 csőhosszúságú harckocsiágyúk részére;
- K 276 és K 279 dél-koreai űrméret alatti lőszer;

- M830A1 amerikai multifunkcionális páncéltörő lőszer nyomjelzővel;
- M1080 amerikai, űrméret alatti lőszer, az M829 szegényített urán (DU) maggal szerelt lőszer wolfram keményfém magvas változata;
- Orbital ATK KE-T⁵ amerikai, űrméret alatti lőszer, az M829 szegényített urán (DU) maggal szerelt lőszer wolfram keményfém magvas változata;
- PGZ MESKO APFSDS-T lengyel űrméret alatti wolfram keményfém magvas, leváló köpenyű nyíllövedék, csak az L/44 csőhosszúságú harckocsiágyúk részére;
- OECC 120 F1 HEAT-MP-T⁶ francia, több funkciók repeszlőszer;

Repszlőszer:

- DM 11többszörös, programozható gyűjtőjű repeszgránát⁷ levegőben detonálási⁸ képességgel;
- M242 a DM 11 lőszer USMC⁹ részére gyártott változata;
- DM-31a DM 11 lőszer modernizált változata;
- M908 HE-OR-T¹⁰ amerikai Fedezék/Bunkerromboló repeszlőszer nyomjelzővel;
- NAMMO 120mm Mk1 HE-T, svéd repeszlőszer;

Gyakorló lőszer:

- DM 38 és DM 48, a DM 33A1, DM 43A, DM 53 és DM 63 űrméret alatti lőszer gyakorló változatai¹¹;
- DM 58, DM 68 és DM 78 a DM- 48 gyakorló lőszer fejlesztett, olcsóbb gyártású változatai;
- DM 88 a DM 53 és DM 63 űrméret alatti lőszer kúpstabilizált gyakorló lőszer¹²;
- DM 98, a DM 11 és DM 31 lőszer gyakorló változata;
- M322 az M322 izraeli űrméret alatti lőszer kúpstabilizált gyakorló változata;
- M865 amerikai gyakorló lőszer, a német DM-38 helyi gyártású változata;
- M1002 amerikai M908 repeszlőszer gyakorló változata;
- BSCC 120 F1 HEAT-MP-T Prc, a OECC 120 F1 HEAT-MP-T francia többfunkciós lőszer gyakorló változata;
- OFLEX 120 E1 TP, az 120 OFL F1 francia űrméret alatti lőszer gyakorló változata;

Az üzemeltetők nagyrésze német (DM) lőszeret alkalmaz, de például Lengyelország saját gyártású lőszerrel tervezi a HE és az APFSDS lőszer kiváltását. A lőszerfejlesztésnél a NATO STANAG 4385 követelménynek megfelelően interoperábilisak más azonos űrméretű NATO-harc-szerek lőszerével, tehát a Leopard 2-es L/44 (L/44A1) és L/55 (L/55A1), valamint az M1 Abrams M1A1-től kezdődő változatainál rendszeresített M256 löveggel német és amerikai fejlesztésű lövedékeket is ki lehet löni.

(Folytatjuk)

JEGYZETEK

- 1 Deutsche Munition, Német Lőszer
- 2 APFSDST-T Armor-Piercing, Fin-Stabilized, Discarding Sabot Tracer
- 3 Rolled Homogeneous Armor Hengerelt Homogén Páncél
- 4 Penetrator with Enhanced Lateral Effect- Növelt járulékos hatású lövedékmag
- 5 Kinetic Energy Tungsten-core
- 6 High Explosive Anti Tank Multi Purpose Tracer
- 7 HE, High Explosive
- 8 air-burst
- 9 US Marine Corps, Amerikai Tengerészgyalogság
- 10 High Explosive Obstacle Reducer Tracer
- 11 APFSDS-T-TP Armor-Piercing, Fin-Stabilized, Discarding Sabot Tracer, Training Purpose
- 12 TPCSDS-T, Target Practice, Cone Stabilized, Discarding Sabot Tracer gyakorló lőszer, kúp stabilizált leváló köpenyes, nyomjelzővel

(Fotók a szerző gyűjteményéből.)



Dr. Hegedűs Ernő* – Szivák Petra**

A jövő digitális katonája és kognitív képességei – beszámoló a Digital Soldier 2.0 nemzetközi konferenciáról

2019. április 30-án „Digital Soldier 2.0 – Fókuszban a katonára” címmel, mintegy 400 hazai és külföldi résztvevővel tartott angol nyelvű, nemzetközi tudományos konferenciát a Magyar Honvédség Modernizációs Intézet Budapesten, a Stefánia Palota Honvéd Kulturális Központban.¹ A konferencián megjelent és előadást tartott, illetve szólt a hallgatósághoz dr. Böröndi Gábor altábornagy, a Magyar Honvédség Parancsnokságának parancsnokhelyettese, Prof. Dr. Szilvássy Zoltán, a Debreceni Egyetem rektora, a Szegedi Tudományegyetemről Tóth László egyetemi docens, a Tudományos és Technológiai Parkok Szövetségének képviselője Dávid Roland, az ALEAS Simulations Inc.-től Vécsey Zsádán társalapító, a PLATYPUS Institute képviselője dr. Amy A. Kruse tudományos igazgató, valamint dr. Porkoláb Imre ezredes, a Honvédelmi Minisz-

térium, Nemzeti Fegyverzeti Igazgató Kutatás-fejlesztésért és Innovációért Felelős Helyettese.

A konferencia olyan kérdésekre keresett választ, mint például: milyen lesz a jövő hadserege, milyen mértékű együttműködés valósul meg a jövőben a különféle robotokkal és a mesterséges intelligenciával. Lesznek-e majd gondolatlan irányított fegyverek és milyen lesz az ember-gép kapcsolata? Hogyan fejleszthető az emberi elme teljesítménye a jövő bonyolult katonai környezetében? Mindeközben a rendezvény időtartama alatt lehetőség nyílt a haderő és a védelmi ipar szereplői által bemutatott modern haditechnikai eszközökből és hadiipari termékekből rendezett kiállítás megtekintésére.

A konferencia kísérő rendezvényén láthatóak voltak olyan high-tech technológiák, mint a HoloLens, VR és AR

ÖSSZEFOGLALÁS: 2019. április 30-án „Digital Soldier 2.0 – Fókuszban a katonára” címmel tartott angol nyelvű, nemzetközi tudományos konferenciát Budapesten, a Stefánia Palota Honvéd Kulturális Központban a Magyar Honvédség Modernizációs Intézet. A rendezvényen neves magyar és külföldi szakemberek előadásai hangzottak el a katonák kognitív fejlesztése témakörében. A konferencia – amelyen a szakterület számos elismert szakértője tartott előadást – meghatározó jelentőségű volt a Zrínyi 2026 haderőfejlesztési program szempontjából is.

KULCSSZAVAK: digitális katona, kognitív képesség fejlesztése, MH Modernizációs Intézet, Zrínyi 2026 haderőfejlesztési program

ABSTRACT: On 30 April 2019, an international scientific conference in English 'Digital Soldier 2.0 – Focus on the Soldier' organized by the Modernisation Institute of the Hungarian Defence Force was held at the Stefánia Palace Cultural Centre. Presentations were made by renowned Hungarian and foreign speakers on cognitive development of soldiers. The conference, which was attended by many recognized experts in the field, was of decisive importance for the Zrínyi 2026 military development program.

KEY WORDS: digital soldier, development of cognitive ability, Modernisation Institute of the Hungarian Defence Force, Zrínyi 2026 Defence and Armed Forces Development Programme

* Mérnök alezredes, PhD, Nemzeti Közsolgálati Egyetem/National University of Public Service, ORCID: 0000-0001-8457-5044

** MH Modernizációs Intézet/HDF Modernisation Institute. Haditechnika szerkesztőasszisztens, DOI adminisztrátor. ORCID: 0000-0002-5040-8739

szimulációs képzés-bemutatók, agyi kapacitás-fejlesztés, korszerű fegyverek, drónok és az MH 2. vitéz Bertalan Árpád Különleges Rendeltetésű Dandár statikus bemutatója is.

A konferenciáról a többek között a Haditechnika folyóirat Facebook oldalán kaphatott előzetes híradást – illetve egyúttal regisztrációs lehetőséget is – az érdeklődő szakmai közönség.

A KONFERENCIA ELŐADÁSAI

Dr. Böröndi Gábor altábornagy, a Magyar Honvédség Parancsnokságának parancsnokhelyettese „Lépéstartás a virtuális generációval – a digitális világ a haza szolgálatában” című megnyitó előadásában elmondta, hogy a napjainkban zajló rohamos ütemű technikai fejlődés magában hordozza a hadviselés gyökeres átalakulását. Ezekre a kihívásokra válaszul zajlik a Zrínyi 2026 Honvédelmi és Haderő Fejlesztési Program, amelyben kiemelt prioritást kapott a hazai védelmi ipar újjáélesztése és minél szélesebb körű bevonása a fejlesztések végrehajtásába. A korszerű technika és a folyamatosan változó bonyolult helyzetek kezelése szükségessé teszi a katona kognitív fejlesztését is. A konferencia témaválasztása tükrözi a haderő szemléletváltását, amely a korszerű tudományos eredmények ismeretével, valamint a témakörhöz kapcsolódó kézzelfogható technikai eszközök kiállításával is hangsúlyozza a katona fontosságát a Zrínyi 2026 program során. Olyan hazai és nemzetközi trendek, kutatási eredmények kerülnek bemutatásra a konferencián, amelyeken keresztül egyértelművé válik az MH elkötelezettsége a katonák kognitív fejlesztésének fontossága érdekében. A konferencián előadott területekhez kapcsolódóan kísérleti projektek indítására törekszik a Magyar Honvédség, amelyek sikere esetén az eredményes területek széles körben bevezetésre kerülhetnek. Nem pusztán csak a haditechnikai eszköz-beszerzések jellemzik a Zrínyi 2026 programot, hanem a Magyar Honvédség teljes megújulása is.

Dr. Tóth László, a Szegedi Tudományegyetem egyetemi docense „A mély neuronhálók beszédtechnológiai alkalmazásai” címmel tartott előadást. A kutató az MTA-SZTE Mesterséges Intelligencia Kutatócsoport tagja. Tóth László előadásában elmondta, hogy a mesterséges intelligencia gyakorlati alkalmazhatóságában jelentős javulást hozott a mély tanulási módszerek, az ún. mély neuronhálók bevezetése. „A környezetfüggő mély neuronhálós akusztikus modellek gyors adaptációja különösen kemény kihívás, mivel egy kis méretű adaptációs mintában a környezetfüggő állapotok többségére nincs tanítási példa. Nemrégiben egy olyan új mély neuronhálós tanítási séma bukkant fel, amely a hálózatot egyszerre tanítja környezetfüggő és környezetfüggetlen példákra. Ez az ún. multi-taszak technológia felveti annak a nagyon egyszerű adaptációs módszernek a lehetőségét, hogy az adaptáció során csak környezetfüggetlen címkéken tanítsunk. Ez a módszer ... kombinálható egy KL-divergencia alapú regularizációs technikával.”² A szakember előadásában bemutatta a mesterséges intelligencia, a gépi tanulás és a mély tanulás kapcsolatát, valamint hogy mi vezetett a mesterséges intelligencia jelenlegi forradalmához. Ezután ismertette a beszédtechnológia fő alkalmazási területeit, megvizsgálva, hogy ezeken a területeken milyen új eredményeket hozott a mély tanulási technológia bevezetése. Beszélt a gépi beszédfelismerés, beszédelőállítás jelenlegi helyzetéről, valamint a beszédből kinyerhető egyéb, ún. paralingvisztikai információkról, amelyeknek akár kriminalisztikai, illetve katonai alkalmazá-



1. ábra. Dr. Böröndi Gábor altábornagy, a Magyar Honvédség Parancsnokságának parancsnokhelyettese a konferencián (Fotó: M. B.)

2. ábra. A digitális katona technikai eszközei a sisakon



sa is lehetséges. Szintén jól alkalmazható katonai környezetben – erős háttérzajban – a beszéd gépi felismerése.

Dr. Amy A. Kruse, az Arlingtoni Platypus Institute tudományos igazgatója „Soldier 2.0: A katonai teljesítmény neurotechnológiai fejlesztése” című előadásában ismertette az intézeténél, illetve a DARPA-nál (Defense Advanced Research Projects Agency – Fejlett Védelmi Kutatási Projektek Ügynöksége) e téren utóbbi években felhalmozódott tapasztalatok publikus részét. Dr. Amy A. Kruse az Illinois-i Egyetemen szerezte meg doktori fokozatát az emberi agy kognitív teljesítőképessége és az emberi viselkedés tárgykörében. 2005 és 2010 között a DARPA programmenedzsere, 2010 és 2015 között innovációs igazgatója, 2015 óta alelnöke. Kutatási területe az emberi agy adaptációs képessége dinamikusan fejlődő technológiai környezetben, illetve a kognitív képességek fejlesztésének lehetősége. Dr. Amy A. Kruse, előadásában az alábbi kérdésekre kereste a választ: növelhető-e az emberi memória kapacitása, az agy teljesítőképessége, illetve a koncentrációképesség és a döntéshozatal sebessége? Milyen módszerek, berendezések és eljárások alkalmasak erre? Katonai alkalmazás során nemcsak a katona kognitív képességei képezik a kutatás tárgyát, hanem a katonák egy csoportjának – például egy különleges műveleti csoportnak – az együttműködése is. Sőt, a kutatások homlokterébe került az emberi és a mesterséges intelligencia együttműködésének kérdése, az emberi agy és a robotok közötti együttműködés korlátainak vizsgálata, hatékonyságának fokozása, illetve az ember- és robotcsoportok közötti együttműködés lehetőségeinek vizsgálata is. Az „operatív idegtudomány” és a neurotechnológia előrehaladásának bemutatásával ez az előadás a hadsereg teljesítményének javításáról szóló gondolatokat motiválta. A DARPA a Human 2.0, (Ember 2.0) a Warfighter 2.0 (Katona 2.0) és az Athlete 2.0 kognitív fejlesztési programokat futtatta le e kérdések megválaszolására érdekében.³ Ezek közül az előadó részletesen bemutatta az „Ember 2.0” koncepciót, különös hangsúlyt fektetve a „Katona 2.0” koncepcióra. A digitális technológia

3. ábra. A DARPA Warfighter 2.0 program során mesterlövészek agyi funkcióit vizsgálták. Egy fejre helyezett berendezéssel növelték találati pontosságukat



gyorsabban fejlődik, mint az emberi feldolgozóképeség, és egy ponton túl ezt a problémát csak az emberi agy kognitív képességeinek fejlesztésével lehet megoldani. Az amerikai tudós részleteiben tárgyalta az emberi képességek „korszerűsítésének” néhány közeli megvalósítási lehetőségét.

Az Egyesült Államok haderejének különleges műveleti parancsnoksága (U.S. Special Operations Command) már tesztelte is katonáin az új kognitív teljesítménynövelő eljárásokat. A tesztek során a katonák fejére kognitív teljesítménynyújtó berendezést helyeztek. Mesterlövészek teljesítőképességét és agyi funkcióit vizsgálták, majd egy fejre helyezett berendezéssel eredményes kísérleteket végeztek teljesítőképességük, találati pontosságuk növelésére. A szellemi teljesítmény gépi növelésének lehetőségeiről a szakember elmondta, hogy tapasztalataik alapján már néhány hetes visszacsatolásos kognitív fejlesztés eredményre vezet. Egy hathetes program során 12%-os kognitív képességjavulást értek el. Szólt az ember-gép együttműködés vizsgálatának, fejlesztésének fontosságáról is. Ehhez kapcsolódóan, a DARPA a Human 2.0 programot kiegészítette a mesterséges intelligencia (AI – Artificial Intelligence) vizsgálatával, létrehozva a Centaur programot.

Vécsey Zsádány a kaliforniai ALEAS Simulations, Inc. képviselőjében tartotta meg „Vezetésfejlesztés szimulációs alapokon – Egy Navy SEAL fejlesztő projekt tanulságai” című előadását, amelynek középpontjában egy Flow-alapú vezetésfejlesztő szimulációs program áll. A szimulációs és virtuális valóság technológiák jelentős sebességgel fejlődnek, és ma már a haderő mellett az üzleti szektor is szívesen alkalmazza ezeket az eszközöket. A komplex rendszerek – mint vezetési dilemma – vizsgálata a gyakorlati életben meglehetősen bonyolult feladat. A szimuláció egy olyan elemző eszköz, amely lehetővé teszi ellenőrzött kísérletek elvégzését. A „komoly játékok” (serious games) olyan számítógépes (jellemzően online) alkalmazások, amelyek videójáték mechanizmusokat felhasználva közvetítenek célzott információkat (ismeret), segítenek a tanulás tárgyát képező jelenség megismerésében, és a megoldási folyamat begyakorlásában. Ennek megfelelően abban különböznek a klasszikus digitális játékoktól, hogy céljuk nem elsősorban a felhasználó szórakoztatása, hanem a megértési és tanulási folyamat támogatása. Az előadás bemutatta, miként alkalmazzák a FLIGBY online vezetésfejlesztő szimulációt (interaktív mozi formátumban) a Navy SEAL parancsnokok képzési programjában, és milyen tanulságokkal jár a katonai felhasználók számára egy alapvetően civil problémamezőt bemutató szimuláció. A „FLIGBY” a „FLOW is Good Business” elnevezésű vezetésfejlesztő szimuláció rövidítése, amelyet Csíkszentmihályi Mihály professzorral (a Flow-elmélet atyjával) fejlesztett az ALEAS Simulations csapata.⁴ Dr. Csíkszentmihályi Mihály pszichológus 1975-ben definiálta a Flow-élményt. Ez az elmélet a hatékony munkavégzés pszichés körülményeit vizsgálja, mivel az alámerülés, elmélyedés és áramlás (flow) előnyös hatásait az egyén akkor éri, amikor átélten leköti magát elsődleges tevékenységeivel. Csíkszentmihályi professzor együttműködött az ALEAS Simulations csapatával „Jó üzlet” című Flow-könyvének szimulációs feldolgozására.⁵ A professzor pozitív pszichológia területén megfogalmazott elmélete nyomán a magyar – amerikai ALEAS cég olyan szimulációs rendszert fejlesztett ki és működtet egyre nagyobb sikerrel, amely hidat teremt az élet értelmének tartott boldogság (flow-élmény), az üzleti profit, valamint a környezeti és társadalmi alapokon nyugvó fenntarthatóság között. A szimulációs program hatékonyabb vezetői attitűdök és módszerek oktatására alkalmas, a vissza-

csatolás alkalmazása és a kompetencia alapú mérések végzésének lehetősége jellemzi. A FLIGBY program helyet kapott a Navy SEAL különleges műveleti erő felkészítő programjában is. Alkalmazása során mérték az információfeldolgozás, illetve a feladatmegoldás képességének változását.

Dr. Dávid Roland – az Innoria Kft. társalapítója és ügyvezetője – a Tudományos és Technológiai Parkok Szövetségének képviseletében „Coherence & Team Flow: egyéni és csapatszintű képességfejlesztő EEG technológiák” címmel tartott előadást. Elmondta, hogy neuroscience alapú rendszereinkkel az agyhullámokat közvetlenül az agyról vételezik, amelyhez EEG technológiát használnak. Szakértőik alkották meg azt az egyedülálló szoftvert, amely képes a nyers jelekből lemodellezni az agyféltekék pontos és valós idejű működését, és ezt vizuálisan a felhasználó elé tárni. Az egymásra épülő rendszerek az egyéni mentális felkészülés (Coherence) és a csapatszintű mentális összehangoltság (Team Flow) megteremtésére is alkalmasak. A kiterjedések alapján a tréningek előre megtervezhetők. Rendszerük beépített képzési csomagjaival az agyat – mint egy izmot – edzik. A felhasználó stresszhelyzetben képessé válik érzelmeinek kontrollálására, a teljesen ellazult pihenés állapotára, a rekreációs idő csökkenésére, a minőségi döntéshozatalra, fejlődik az információbefogadási képessége, a memóriája, a figyelem hosszú távon fenntarthatóvá válik és megnő a tudati fókusz. A csapatszintű képességfejlesztés pillérei: mentális állóképesség fejlesztése, csapaton belüli kontextus-elemzés és korrelációs analízis, mentális teljesítményelemzés. Elhangzott, hogy Michelisz Norbert autóversenyző sikerrel alkalmazta az eljárást versenyfelkészülése során. Az előadás második felében a gyakorlatban mutatták be egy team tagjai között a szoftverükkel létrehozható agyi szinkronitást. Az előadó jelezte, hogy jövőbeni innovációs tevékenységüket a Várpalota Tudományos és Technológiai Park keretei között folytatják majd.

Dr. Porkoláb Imre ezredes, a Honvédelmi Minisztérium, Nemzeti Fegyverzeti Igazgató Kutatás-fejlesztésért és Innovációért Felelős Helyettese „Küldetés alapú vezetés 2.0 – Miért szükséges a digitális transzformáció emberi aspektusaira koncentrálni?” címmel tartotta meg előadását. A kutató több éve foglalkozik az előadásának tárgyát képező területtel.⁶ Dr. Porkoláb ezredes ismertette, hogy mit tanulhatnak a kutatók az elit katonáktól a döntéshozatali folyamatokról, illetve hogy hogyan érhetünk el kimagasló teljesítményt hosszú időn keresztül. Elemezte azt is, hogy mit jelent a vezetés-irányítás a mesterséges intelligencia korában, illetve hogy miért elengedhetetlen, hogy elsősorban a digitális átalakulás emberi aspektusára összpontosítsunk. Az ezredfelőlől ugyanis a hierarchikus szervezeti struktúrák kezdtek elveszíteni versenyelőnyüket. A vezetők az új évezredben arra lettek figyelmesek, hogy a bürokratikus szervezeti formák egyre nehezebben képesek megbirkózni a sokkal agilisabb, gyorsabb döntéshozatali folyamatokat futtató rugalmas szervezetekkel, és nem képesek a megváltozott környezeti viszonyok között tartós versenyelőnyt fenntartani tradicionális módszerekkel. Emiatt felértékelődött a magas szinten képzett szakértők hálózatszerű munkavégzése a korszerű szervezeteknél, ami gyorsabb és rugalmasabb működést tesz lehetővé. Az innováció és a szervezetek vezetése területén egyaránt fontos, hogy a tájékozódási-értékelési-döntési ciklus sebességét növelni kell, ami viszont további követelményeket támaszt a munkavégzők kognitív képességeivel szemben. Napjaink egyik legmeghatározóbb kihívása, hogy a digitális transzformáció sebességét nem képes követni az emberi elme, ezért is elkerülhetetlen a kognitív fejlesztés. A tudás-

alapú személyi képességek fejlesztése mellett napjainkban előtérbe kell kerülnie a konstruktív tudatállapot fejlesztésének (pl. flow, ill. csoportban agyi szinkronitás), mivel a hatékony munkavégzésre vonatkozó mutatók szerény értéket mutatnak (csak a munkavégzők 11-23%-a konstruktív a munkavégzésben).

Prof. Dr. Szilvássy Zoltán a Debreceni Tudományegyetem rektora „Tájékozódás és rövid távú memória” címmel tartott előadását. Szilvássy professzor az orvostudomány kandidátusa. Kutatási területei a gasztrointesztinális endokrinológia, inzulintermelés, szenzoros neurofarmakológia, illetve a szív iszkémiás adaptációja. A professzor 2001-ben a Magyar Tudományos Akadémia doktora lett. A professzor ismertette a kurkumával kapcsolatos legújabb kísérleti eredményeket. A kurkumin csökkenti az inzulinrezisztenciát, indirekt módon hatással van az idegrendszer működésére is. Az előadó Szolcsányi János professzor munkásságára is hivatkozott, aki felfedezte a szenzoros-efferens reflex nélkül működő kettősfunkciójú idegszabályozó rendszert. A kurkuma az agyműködésre – ezen belül a memóriára – is jótékony hatással van, az Alzheimer-kór kialakulásának esélyét is csökkenti. A rövid távú memória teljesítménymutatói összefüggenek a tájékozódóképességgel is.

ÉLEN JÁRÓ TECHNOLÓGIÁK

A konferenciát kísérő kiállításon láthatóak voltak többek között olyan high-tech technológiák is, mint a HoloLens. A HoloLens egy olyan térbeli vizuális szimulációra alkalmas headset, ami a „kiterjesztett valóságra” épít. Ez rendkívül hasznos lehet a tervezőmérnököknek, illetve az egészségügyben, összetett rendszerek vizsgálatokor. A Microsoft érintéssel és szemkövetéssel is biztosítja az interakciót, elég kinyúlunk magunk elé, és megérintenünk azt a helyet, ahol az interaktív hologram megjelenik számunkra.

De a HoloLens jelentős előrelépést jelenthet a katonai kiképzésben is. Az USA hadereje épületharc kiképzésben alkalmazza a HoloLens rendszert.

„Coherence & Team Flow egyéni és csapatszintű képességfejlesztő EEG technológiák” bemutatására vállalkozott az Innoria Kft. A Neuroscience alapú rendszerekkel az agyhullámokat vételezik és elemzik. Az egymásra épülő rendszerek az egyéni mentális felkészülés (Coherence) és a csapatszintű mentális összehangoltság (Team Flow) megteremtésére alkalmasak. A Coherence rendszer segítségével a felhasználók a Team Flow Measure által kimutatott hiányosságait nagyban javíthatják. Ehhez az EEG technológiát és saját szoftvereiket használják. A cég szakértőik alkották meg azt az egyedülálló szoftvert, amely képes a nyers jelekből lemodellezni az agyféltekék és a tudatállapotok pontos és valós idejű működését, és ezt vizuálisan a felhasználó elé tárni. A szoftverbe modulárisan elkülönített lecke sorokat építettek, amelyek mindegyike

4. ábra. HoloLens alkalmazása az U.S. Army épületharc kiképzésében





5. ábra. Yaw VR mozgásszimulátor, szemüveggel. A berendezés komplex mozgásformák élethű szimulációjára képes (Fotó: M. B.)

egy adott agyhullámhoz kapcsolható feladatkör fejlesztésére alkalmas. A felhasználó elvégzi a számára előírt egyedi gyakorlatokat, és ezáltal az agyat – mint egy izmot – hozzászoktatja bizonyos állapotokhoz.

A Yaw VR névre keresztelt mozgásszimulátor lényege egy mobil beülő-félgömb, amelyhez egy lábtartó is tartozik. A VR-szemüvegben megjelenő szimulációnak megfelelően, elektromotorok mozgatják a félgömbben ülő felhasználót.

A szakkiállítás egyik legérdekesebb része a hazai gyártású, közepes kategóriájú helikopter UAV-k (Unmanned Aerial Vehicle – személyzet nélküli légi járművek) megjelenése volt. A harctéri UAV üzemeltetés egyik legérdekesebb része a fel- és leszállás kérdésköre, amelyre – szerkezetüknél fogva – hatékony megoldást kínálnak a különféle VTOL (Vertical Take Off and Landing – függőleges fel- és leszállás) képességű helikopter-UAV-k. A közepes kategória már megfelelő teheremelő képességgel rendelkezik ahhoz, hogy valóban hatékony felderítőrendszereket emeljen fel a levegőbe, és azokat képes is megfelelő hatótávolságra eljuttatni.

A Rotors & Cams Kft. UC-2 típusjelzésű helikopter-UAV-je a NATO Single Fuel Concept (STANAG 1135) előírásnak megfelelően Jet A-1 (kerozin) üzemű, gázturbina-meghajtású repülőeszköz. Az üzemanyagtartályában hordozott 12 liter mintegy 1 óra repülést tesz lehetővé 50 km/óra sebességgel. A 11 LE teljesítményű, tengelyteljesítményt adó gázturbina a helikopter orr-részeiben helyezkedik el. A heli-



7. ábra. Hazai fejlesztésű, GigaRotor-6 típusjelzésű villamos hajtású helikopter-UAV (a két hátsó rotortartó konzol leszerelt állapotban van) (Fotó: Sz. A.)



8. ábra. A BHE Robotics Hungary BXAP15 típusjelzésű, pilóta nélküli repülőgépe. Előtérben az MH 2. vitéz Bertalan Árpád Különleges Rendeltetésű Dandár katonái, kevlár sisakra szerelt éjjellátó készülékkel, kerámiabetétes repeszállók mellényben (Fotó: M. B.)

kopter szerkezeti tömege 21 kg, maximális felszálló tömege 37 kg. A törzs alatt 5 kg tömegű felderítő-berendezés függeszthető. A rotorátmérő 2,5 m. A helikopter GPS és GLONASS navigációval, illetve digitális iránytűvel, inerciális mérőrendszerrel és barometrikus magasságmérővel egy-

6. ábra. A hazai fejlesztésű, UC-2 típusjelzésű gázturbinás helikopter-UAV (b jelű fotó: M. B.)





9. ábra. Pécsi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar által kiállított ReWalk P 6.0. típusú exoskeleton összezsukva, valamint beüzemelve (Fotók: Sz. A., M. B.)

aránt rendelkezik. Dugattyús motorral szerelt változatával a repülési idő 3 órára növelhető.

A Rotors & Cams Kft. Gigarotor-6 típusjelzésű helikopter-UAV-je hatrotoros, elektromos meghajtású repülőeszköz. A 2200 Wh kapacitású Lítium-Polimer akkumulátor mintegy 45 perc repülést tesz lehetővé. A hat darab, egyenként 2,5 LE teljesítményű villamos motor sugárirányú konzolon helyezkedik el. A helikopter törzs alatt függeszthető hasznos terhe 12 kg tömegű felderítő-berendezés. SRD irányítással és telemetriás rádióval rendelkezik, képes BVLOS üzemre is.

A BHE Robotics Hungary a BXAP15 típusjelzésű, pilóta nélküli repülőeszközét – UAV repülőgépét – egy rövidfilm vetítésével mutatták be a konferencia előadásai között. A BHE Robotics Hungary Kft. drónja egy jelentősebb infrastruktúrát nem igénylő, pilóta nélküli felderítőgép. A 12 kg szerkezeti tömegű repülőgép üveg- és szénszálas kompozit műanyagból készül, meghajtásáról egy 4,2 kW teljesítményű elektromotor gondoskodik. A drón 5 kg hasznos terhet képes magával vinni. Hosszúsága 1,7 méter, szárnyfesztávolsága 3,7 méter. A felszállás történhet kerekekről, vagy katapult segítségével. Az akkumulátor másfél óráig képes a levegőben tartani a gépet. A vezérlőegység hatósugara 30 km, de akár 150 km-ig is fejleszthető. Felszerelhető egy nagy felbontású, stabilizált platformon lévő 35-szörös optikai zoommal rendelkező kamerával, továbbá opcionális CBRN analitikai szenzor kiegészítővel. A fedélzeti adatrögzítés lehetősége mellett a terjedési viszonyokhoz alkalmazkodó, védett, titkosított mikrohullámú adatátvitel jellemzi a BHE UAV-t.

A Pécsi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar delegációja élen járó technológiák felvonultatásával vett részt a szakmai kiállításon. A kiállításon a PTE 3D Központ, és a PTE Szimulációs Oktatási Központ mutatta be VR technológiai fejlesztéseit, valamint kiállították a „Neurorehabilitációs és ember-gép kapcsolat” projektben használt ReWalk exoskeletonokat is. A humán exoskeletonok (mesterséges külső vázak) alkalmazásának célja elsősorban az emberi erő fokozása, a képességek kiterjesztése. Napjainkban az exoskeletonok széleskörű elterjedése még várat

magára, részben a technológiai megoldások – jövőben várhatóan áthidalható – korlátai miatt. A kiállított eszköz egy alsó végtagi aktív humán exoskeleton. Típusa ReWalk P 6.0. A Pécsi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar multidiszciplináris fejlesztőcsapatának két tagja a NATO „Integration of the Exoskeletons in the Battlefield” (NATO OED COE) munkacsoportjának tagja. Emellett bemutatták a CAE Engineering Kft.-vel közös VR (Virtual Reality) területen végzett közös fejlesztésüket is.

Összességében elmondható, hogy az innováció nem csupán a technológiai területen fontos, hanem az emberi erőforrás fejlesztése területén is. Amellett, hogy a konferencia a katonákra fókuszált, az előadásokban elhangzó megoldások részben vagy egészben alkalmazhatók a mindennapi élet más régióiban, a kiterjesztett védelmi és biztonsági szféra, valamint az ipar és az oktatás számos területén is.

FORRÁSOK

- 1 Draveczki – Ury Ádám: Digitális világ a haza szolgálatában. honvedelem.hu/cikk/115777 [2019. 05. 07.]
- 2 Tóth László, Gosztolya Gábor: Mély neuronhálós akusztikus modellek gyorsadaptációja multi-taszak tanítással. In: Tanács Attila, Varga Viktor, Vincze Veronika: XII. Magyar Számítógépes Nyelvészeti Konferencia (MSZNY 2016). Szegedi Tudományegyetem, Szeged, Magyarország. (2016) pp. 154–162.
- 3 Patricia Kime: Engineering Supersoldiers: Boost in lethality may come from within. Association of the United States Army. www.ausa.org/articles 2018.11.24.
- 4 Csikszentmihályi Mihály: FLOW – Az áramlat pszichológiája, Akadémiai Kiadó Budapest, 2001.
- 5 Csikszentmihályi Mihály: Jó üzlet – Vezetés, áramlat és az élet keresése, Lexecon Kiadó Győr, 2009.
- 6 Porkoláb Imre: Szervezeti innováció a Magyar Honvédségben: az ember-gép szimbiózisa a stratégiaelméletek tükrében. Haditechnika, 2019. évi 1. szám. DOI: 10.23713/HT.53.1.01 és Porkoláb, Imre: Az innováció hatása a hadviselésre. Hadtudomány, 26: 1–2 pp. 19–28., 10 p. (2016) DOI: 10.17047/HADTUD.2016.26.1-2.19, illetve Porkoláb, Imre: Szervezeti adaptáció a Magyar Honvédségben: küldetésalapú vezetés 2.0 a digitális transzformáció korában. Honvédségi Szemle 147: 1 pp. 3–12., 10 p. (2019).

(Fotók: a szerzők gyűjteményéből, ill. Merckle Bálint és Szabó András)

Somkutas Róbert*

A Magyar Királyi Honvédség páncélozott eszközökkel felszerelt felderítő csapatai a Barbarossa hadművelet során II. rész

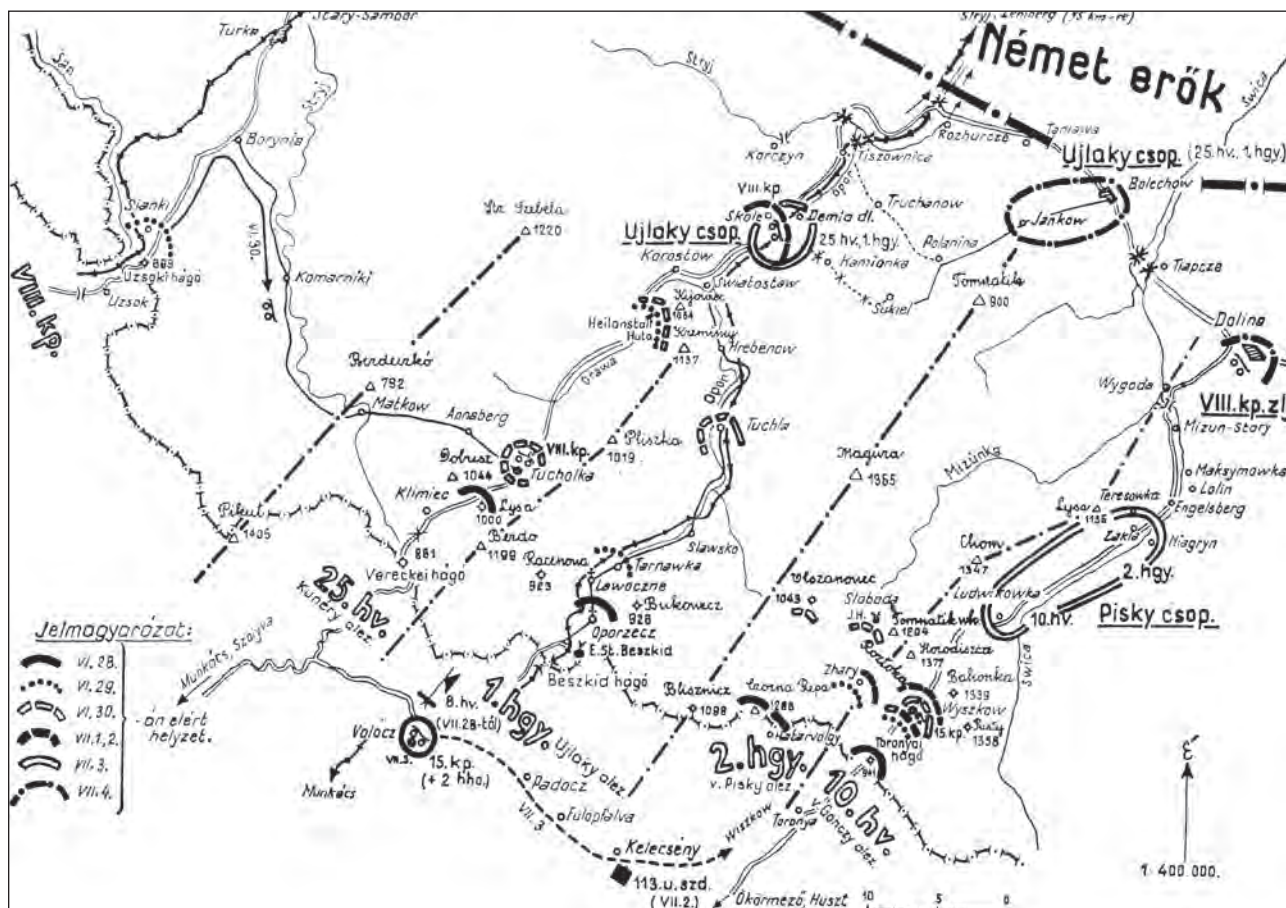
1 1941. június 27-én a Rakovszky-csoport megkapta a parancsot, amely szerint az Uzsoki-, Vereckei-, valamint a Tornyai-hágónál a határt átlépve kövessék a visszavonuló ellenséget és tartsák fenn vele a tűzérinkezt. ³⁷ A dandárparancsnok döntésének megfelelően a szorosokból kiérkező zászlóaljak elsősorban az ellenség üldözésére szorítkoztak, és nem törekedtek a hátrahagyott utóvédek megsemmisítésére.

A csapatok az ellenség üldözését kapták feladatuk, azonban – mivel továbbra is nyolc hadosztálynyi szovjet erővel kellett számolniuk – a harcértékük megóvása érdekében

azt is parancsba kapták, hogy csak gyengébb egységeket támadhatnak meg, de a védelemre berendezkedett nagyobb erőkkel szemben egyelőre csak felderítést folytathatnak. Csak akkor támadhattak, amennyiben lehetőségük nyílt átkarolás végrehajtására, hogy bekerítsék az adott ellenséges csoportosítást. ³⁸

A Felki-csoport a Panthyr- és Tatár-hágó térségét biztosítva várta a gyorshadtest beérkezését, hogy azt követően a hágókon át támadást indítva a Kárpátok keleti kijáratához kiérkező biztosítani tudják a gyorscsapatok ütközetbe történő bevetését. ³⁹

10. ábra. Részlet a Rakovszky-csoport tevékenységéről az 1941. 06. 28–30. közötti időszakban (Forrás: MKSZ)



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

A gyorsadtest seregetestei folytatták a mozgósítási feladataikat, valamint az anyagi és technikai készletek háborús hadrendre történő feltöltését.

Június 27-én Szombathelyi altábornagy a törzs szállását Munkácsra helyezte át.

A tervek szerint a 2. gépkocsizó dandárt Munkácsról – mint a gyorsadtest a határhoz legközelebbi elhelyezését seregettestét – a hadiállományra való kiegészítés és az anyagi-technikai feltöltések végrehajtása után a Rahó – Tiszaborkut – Visó völgy térségébe összpontosították.⁴⁰

Az 1. lovasdandár csapatait a mozgósítási feladataik után zömmel Nyíregyházáról, részeivel Kolozsvárról, Szilágy-somlyóról és Nagyváradról Máramarossziget – Técső körzetébe szállították.⁴¹

Az 1. gépkocsizó dandár számára a magyar–szovjet határ mentén a Huszt – Máramarossziget – Száldobos – Felsőveresmart megindulási körletet jelölték ki.⁴²

Mivel a mozgósított állomány a dunántúli mozgósítási körzetekből ilyen rövid idő alatt nehezen érkezett be, elrendelték, hogy a 2. gépkocsizó és az 1. lovasdandár – tekintet nélkül az „M” feltöltöttségi szint elérésére – már június 30-án induljon meg a kijelölt körzetük elfoglalására. (Mondhatnám, a történelem megismétli önmagát – lásd délvidéki műveletek! A végrehajtó csapatok ismét időhátrányba kerültek, és mint már láthattuk ez nem épp a legjobb előjel e hadművelet megkezdéséhez – Szerző.)

1941. június 28-án a déli órákban a Rakovszky-csoport mintegy 70 km-es terepszakaszon a négy járható fővölgyben (Swica, Mizunka, Opar, Orawa) kezdte meg feladatát.⁴³ A dandár három zászlóalja nyomult előre.

A 25. határvadász-zászlóalj a Vereckei-hágón átkelve – kisebb tűzharc megvívása után – a délutáni órákra ért Klimiec területére és kiterjesztette a felderítést mintegy 10-15 km-es mélységbe. A keleti hadjárat során itt haltak hősi halált az első magyar katonák. Mivel a műút és a két oldalán a mellékterep műszaki zárral, aknával szerelt fatorlaszokkal és aknákkal volt lezárva, a VIII/2. utászsorozat és a zászlóalj utászszerkeze megkezdte a műszaki zárrak eltávolítását.⁴⁴

Az 1. hegyi zászlóalj meglepetésszerű vállalkozásával sikeresen megakadályozta a Beszkid-alagút rombolását. Ennek a támadásnak az előkészítését a dandárparancsnok még június 25-én – a Beszkid-hágó szemrevételezésénél rendelte el – úgy, hogy egy nehézfegyverzettel megerősített fél századot rejtve előre rendelt a határra, és a tevékenységét – a robbantás végrehajtása – külön parancsra kellett végrehajtaniuk. Az oroszokat a vállalkozás teljesen meglepte, ellenállást nem fejtettek ki, és a robbantásra előkészített alagutat nem tudták felrobbantani.⁴⁵ Az így szabadabbá vált hágón a zászlóalj elővédje mintegy 6-8 km mélységbe bejutott az ellenséges területre, ahol támadása Oporecnél elakadt a szovjet védelemben.

A 10. határvadász és a 2. hegyi zászlóaljakat a Toronyai-hágón keresztül a Mizunka völgyében tervezték alkalmazni Viskov és Szvoboda elfoglalására. A 10. határvadász-zászlóalj előtt is visszavonult az ellenség. Azonban a Toronyai-hágónál telepített orosz érintőaknáknak⁴⁶ és műszaki zárrak, valamint a Viskovban hátrahagyott szovjet erők megakadályozták a kötelék nagyobb mélységbe történő betörését az első napon. A két zászlóalj a hágó mindkét oldalán éjszakközött.⁴⁷

Június 28-án a VIII. kerékpáros zászlóalj 90 km-es menet után elérte Csontos községet.⁴⁸ A dandár parancsnoka a zászlóaljat a hadtesttől kapott 8./I. kerékpáros géppuskás századdal és 2. gépkocsizó utászsorozat egy szakaszával erősítette meg, amelyek másnap az esti órákban Uzsonon csatlakoztak a kötelékhez.⁴⁹ Másnap folytatták a kétnapos



11. ábra. Gépkocsizó lövészek előrevonása Rába Botond típusú rajgépkocsikon (Fotó: Fortepan, 38973)

erős igénybevételű menetet és kikerkeztek Uzson körletbe, ahol a német III. hadtestével felvett kapcsolat után felkészültek a 30-i közös támadás végrehajtására Sjangi Borinia irányba, illetve a dandár balszárnyának biztosítására.⁵⁰

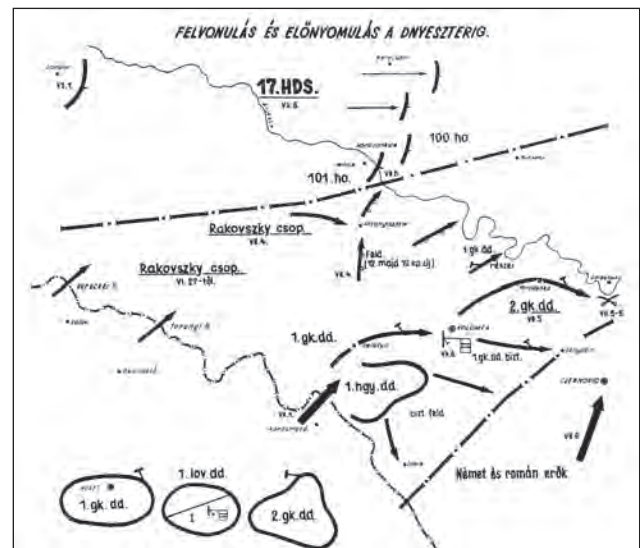
A nap végére a Rakovszky-csoport csapatai kijutottak Viskov – Lavocsne – Tuholka mélységbe.⁵¹

A Felkl-csoport előtt a szovjet csapatok továbbra is megszállva tartották állásaikat. Kőrösmezővel szemben 58 harcokcsit, 60 golyószórót és mintegy 1200 katonát figyeltek meg.⁵² Ez a helyzet a következő napon sem változott, de felderítőjárőrök és felderítőcsoportok a határon túlra való kiküldésével aktív felderítőtevékenységet folytatott és folytatta portyázó tevékenység végrehajtását a határ inenső oldalán is.

Június 29-én a Rakovszky-csoport támadó csapatai (25. határvadász és 1. hegyi zászlóaljak) folytatták előretörésüket, és kijutottak Huta – Szlavszkoje területére. Feladatuk az Orava völgyében Heilanstalt Hutát elfoglalása volt, amit a nap végére teljesítettek.

Aznap a 10. határvadász-zászlóalj is megindította támadását, de erős ellenállásba ütközött, ezért – a helyszínre érkező dandárparancsnok utasítására – védelembe ment át és a határvadászdandárnak alárendelt 24. tüzérsztyálból egy tüzér üteg megerősítést és parancsot kapott, hogy 30-ára zömmel érje el Tuhlát. Az osztály másik két ütegét az a 1. hegyi zászlóalj támogatására rendelte ki a parancsnok.

12. ábra. A Kárpát-csoport felvonulása és előrenyomulása a Dnyeszterig





13. ábra. Felderítő járőr rádión jelent
(Fotó: Fortepan 43870)



15. ábra. Csapatvonat menetben – Krupp Kfz. 70 Protze könnyű terepjáró gépkocsi utánfutóval (Fotó: Fortepan 38976)

A dandárparancsnok a dandártartalék 2. hegyi zászlóalj részére átkaroló manőver végrehajtását rendelte el, azonban az alakulat az összeköttetés (és a felderítés) hiányában mintegy kétezrednyi utóvéd keresztútjába futott. A dandár parancsnoka utasította a zászlóaljat védelembe való átmenetre és a felderítés minden irányban történő bevezetésére.

Az 1. hegyi zászlóalj az erős szovjet utóvéd miatt továbbra sem tudott Viszkovnál előrébb jutni.

A 25. határvasdász-zászlóalj előtt a szovjetek az összes hidat felrobbantották és sok műszaki zárat telepítettek, amiket járőrökkel és kisebb utóvédekkel biztosítottak, ezek erősen hátráltatták a csapat előrenyomulását. Mindezek ellenére a nap végére kiért a részére meghatározott Heilanstalt Hutára.⁵³

Június 29-én és 30-án a Felki-csoporttal szemben a védelemre berendezkedett szovjet kötelékek továbbra is megszállva tartották a védőállásaikat.⁵⁴

Június 30-án a 10. határvasdász-zászlóalj egy megerősített felderítőosztaggal ellenőrizte a Viszkovban lévő csapatok kivonásáról szóló járőrjelentéseket, azonban a terület továbbra is szovjet ellenőrzés alatt állt.

A 2. hegyi zászlóalj előosztagával, egy túlerőben lévő ellenséggel keveredett harcba, és a kiküldött járőrei egy-két ezrednyi szovjet erőt derítettek fel. Ezért a dandárparancsnokság a kiküldött erőket visszarendeltette.

Az 1. hegyi zászlóalj folytatta a harcát a hátrahagyott utóvédek és járőrök ellen és a nap végére elérte Tuhlát.

A 25. határvasdász-zászlóalj parancsnoka a hajnali órákban egy megerősített felderítőosztag kiküldését rendelte el az elővéd parancsnokának, a 1064 méteres Kijoviec ma-

gassági ponton keresztül az Opor és Orava összefolyásához. A parancsnok azonban az egész előosztaggal vonult előre a műút mentén. Kellő felderítés hiányában – az ellenség meglepése helyett – a szovjetek lepték meg a magyar köteléket azzal, hogy a mélységbe – Korosztovig – beengedték őket, majd minden oldalról tűz alá véve, ellentámadást indítottak és csaknem Heilanstalt Hutáig vetették őket vissza.⁶⁷ Itt állították meg a zászlóalj fő erői, mire a támadók visszavonultak eredeti állásaikba. A zászlóalj felderítése mindkét oldalról tüzet kapott és még azt sem lehetett így felderíteni, hogy hol van az ellenség védőállásának fő ellenállási vonala. Miután tisztázták, hogy a műutak mentén lévő településeket erősen védik és a Kijovics csúcs csak kisebb erőkkel van megszállva, jelentették a dandárnak. Július 1-re ez utóbbi felderítése lett a zászlóalj feladata. Ezzel az elhibázott feladatvégrehajtással a dandár nagyobb eredmény elérésétől esett el.⁵⁵ Az ilyen terepen való mozgás még nagyobb igénybevételt követel meg a felderítést végrehajtóktól és tűztámogatást biztosítóktól.

Június 28-án a légierő parancsnoksága utasítására megalakult az 1. repülő dandárparancsnokság és kitelepült Beregszászra. Alárendeltségébe került a 4. bombázó ezred I. és II. osztálya, valamint az 1. távfelderítő-osztály. A vezetés szempontjából a dandár továbbra is a fővezérség közvetlen irányítása alá tartozott. Június 29-én – egy korábban szovjet gépek által végrehatott bombázóssorozatra válaszul – a 3/5. bombázószázad és a 4/II. bombázószázad 25 bombázógépe a 2/3. és a 2/4. vadászszázadok fedezete alatt támadást intéztek Sztrij vasúti csomópontja és reptere ellen. Ezzel egyidejűleg a VIII. és a X. közelfelderítő századok 17 WM-21 Sóllyom közelfelderítő repülőgéppel támadták a szovjet határmenti közfelfelderítő objektumait.⁵⁶ Ezzel a támadással le is zárult a légierő „hadászati alkalmazásának” időszaka.⁵⁷

14. ábra. Parancsnok és szűk törzse – terepmunka
(Fotó: Fortepan 42619)



A KÁRPÁT-CSOPORT MEGALKAKÍTÁSA, ÁLLOMÁNYA

A vezérkar főnöke 1941. június 29-én a Vkf 1217./M.1. Vkf-1941 számú intézkedésében elrendelte a Kárpát-csoport felállítását, parancsnokának a VIII. hadtest parancsnokát – Szombathelyi Ferenc altábornagyot – nevezte ki, egyben alárendeltségébe utalta az 1. gyorsadtestet, és a csoportosítást a vezérkarfőnök közvetlen alárendeltségébe vonta.⁵⁸

A csoport állományát a VIII. hadtest törzséből és annak közvetlen csapat- és vonatalakulataiból, a határőrizeti feladatokat ellátó 8. határvasdász és 1. hegyi dandárokból, valamint a mozgósított 1. gyorsadtest 1. és 2. gépkocsi-

2. táblázat. A Kárpát-csoport állománya 1941. június 30-án

A Kárpát-csoport állománya				Kárpát-csoport közvetlenek
Parancsnok: Szombathelyi Ferenc altábornagy Vezérkari főnök: alsókománai Álgya-Pap Zoltán vk. ezredes				
VIII. hadtest-parancsnokság	1. hegyi dandár Pk.: Felkl Jenő vezérőrnagy	8. határvadászdandár Pk.: Rakovszky György vezérőrnagy		IX., 16. kerékpáros zászlóalj I., II., IV. légvédelmi tüzérsztály, 10. ö. ágyú légvédelmi gépágyú üteg, 101. légi figyelő szolgálat, VIII. gépvontatású közepes tarackos tüzérsztály, VIII., IX. utászászlóalj 106., 107., 108. hadtáp zászlóalj, 102. vasútépítő zászlóalj, 101. gépkocsizó vonatosztály
Gyorshadtest Pk.: dálnoki Miklós Béla vezérőrnagy VKF: Zsedényi Zoltán vk. ezds.	1. gépkocsizó dandár Pk.: Major Jenő vezérőrnagy	2. gépkocsizó dandár Pk.: Vörös János vezérőrnagy	1. lovasdandár Pk.: Vattay Antal altábornagy	hadtestközvetlenek VI., VII. kerékpáros zászlóalj, V. gépvontatású közepes tarackos tüzérsztály, V., gépvontatású légvédelmi tüzérsztály, VIII. gépvontatású légvédelmi tüzérsztály, 152. gépkocsizó utász-zászlóalj, híradózászlóalj, gyorshadtest híradószázad, 2. lovasdandár páncéloszászlóalj
Repülőerők	VIII. közelfelderítő repülőszázad	X. közelfelderítő repülőszázad		
Támogató erők	1. repülődandár 101. páncélvonat-század			





16. ábra. Kierkezés a hegyekből. Puch GS 350 motorkerékpár és Csaba páncélgépkocsi az egyik gépkocsizó dandár felderítő-zászlóaljának állományából

zó, illetve 1. lovasdandárból hozták létre. Megerősítésként megkapták a 101. légvédelmi tüzérparancsnokságot és a zömével Délvidéken megszálló feladatokat ellátó 2. lovasdandár állományából a 15. és a 16. kerékpáros zászlóaljakat, illetve egyéb műszaki alakulatokat. A dandár 2. páncélos zászlóalját és az I. gépvontatású légvédelmi osztályát hadtestközvetlen alakulataként alárendelték a gyorsadtestnek.⁵⁹

A Kárpát-csoportnak az átcsoportosítást és a kijelölt körletekbe történő összevonást 1941. 06. 29-én 24 óráig kellett fejeznie.⁶⁰ Ez gyakorlatilag „kisebb” hiányosságokkal megtörtént, de ez nem módosította a csoport hadműveleti alkalmazását.

A Rakovszky-csoport zöme ekkor már szovjet területen, a korábban leírtak szerint szorosan követte a kivont csapatokat, míg a Felkl-csoport továbbra is „farkasszemet nézett” a szovjet csapatokkal.

A gyorsadtestnek az előrevonáshoz a menetkészültséget 06. 28-án éjfélig kellett elérnie. A rendelkezésre álló szűk két nap nem volt elegendő a mozgósítás teljes befejezésére, így a dandárok 75-60%-os hadiállománnyal vonultak el.⁶¹

A gépjárművek vonatkozásában gondot jelentett, hogy egyes alakulatok már az új szervezési intézkedés alapján már átadták az előírt gépjárműmennyiséget, azonban a más alakulatok által biztosítandó gépjárműveket még nem kapták meg, épp a részleges mozgósításra hivatkozva. Egyes páncélos kötelékek az előírtnál kevesebb harckocsi-

17. ábra. Előrenyomulás a Dnyeszterhez

(Fotó: Fortepan 78546)



18. ábra. Az 1941. 10. 2-ig kialakult helyzet (Forrás: MKSZ)

val rendelkeztek a nagyszámú javításra váró technika miatt.

Június 30-ára a 2. gépkocsizó dandár egyes részeivel már kikerkezett a Tisza felső völgyébe. Az 5. gépkocsizó zászlóalj Volócnál, a 6. gépkocsizó zászlóalj és a 2/4. gépvontatású tarackos tüzérosztálya Munkácsnál voltak.⁶²

Az 1. lovasdandár egyes részeivel Nagybecskó környékén járt, de még nem fejezte be a csapatok felvonulását.⁶³ Az 1. hegyidandár befejezte felvonulását és felvette támadó csoportosítását.

Az 1. gépkocsizó dandár június 30-án megkezdte menetét Budapestről. A négy lépcsőben végrehatott, mintegy 250 km-es menet eredményeként éjjelre beérkezett Csap-Beregszász-Huszt területére.⁶⁴

A Kárpát-csoport parancsnoksága áttelepült Husztra, és 21 órától elérte a munkakésztségét. A VII. közelfelderítő század és a gyorsadtest parancsnoksága Aknaszlatinára települt.⁶⁵

A hadműveletek támogatására a 101. számú páncélvontat század beérkezett Csapra.⁶⁶

Június 30-án éjfélig a hadműveleti csoport elfoglalta a kijelölt megindulási körleteit.

A kapott parancs szerint a sikert kihasználva – együttműködve az 1. hegyi zászlóaljjal – folytatták előrenyomulásukat Szkoléra, felderítő járőreik pedig Tissovnyicánál és Korcsinnál a Sztrij folyó átjáróit birtokba vételére törek előre.

A 2. hegyi zászlóalj járható út hiányában mozgásképtelenül vesztgett Zarj és Szloboda között.

A nap végére a dandár bal szárnyán működő VIII. kerékpáros zászlóalj beérkezett Tuholovkára és másnapra pihe-

nőt rendeltek el számukra. A jobb szárnyon Viskovnál a 10. határvadász-zászlóalj továbbra is harcban állt.

A dandár arcvonala így mintegy 70 km szélesen elnyúlva terült el Viskov és Szkole között. Az anyagi részek már felzárkóztak Volócra, így az összeköttetés hátrafelé is⁶⁸ biztosabb lett.

1941. JÚLIUS 1. – A KÁRPÁT-CSOPORT TÁMADÓ HADMŰVELETÉNEK MEGINDÍTÁSA

Június 30-án 13:30-kor Szombathelyi altábornagy kiadta a 41. sz. intézkedését a július 1-vel kezdődő támadásra, amely szerint a Kárpát-csoport feladata az volt, hogy a már rendelkezésére álló erővel Kőrösmező területéről támadjon azzal a céllal, hogy mielőbb elfoglalja Kolomija, Stanszlau területét.⁶⁹

A Kárpát-csoport az alárendelt csapatrészeivel összesen 3355 fő tiszttel, 89 760 fő legénységgel, 21 265 lóval, 3308 országos járművel és 5858 gépjárművel rendelkezett a hadműveletek megkezdésére.⁷⁰

Az altábornagy a támadás időpontját július 1-én 7 órára tűzte ki. Első lépcsőben az 1. hegyidandár támadt, őt követte a 2. gépkocsizó dandár. Az elgondolás szerint az 1. gépkocsizó dandár július 2-án, az 1. lovasdandár pedig július 4-én csatlakozott a támadáshoz. A 8. határvadász-dandár a Dolina–Kalus menetvonalon előrenyomulva, Sztaniszlaunál zárkózott fel a seregcsoporthoz és biztosította annak bal szárnyát.⁷¹

A Kárpát-csoport sávhatárai a jobb szárnyon Hrinava – Kutu – Melnica – Kamieneć Podolszk, a bal szárnyon Uzsok – Szkole – Kalus – Bucsacs vonala.⁷²

Ezzel véglegesen megkezdődött a Magyar Királyi Honvédség részvétele a Szovjetunió elleni műveletekben.

Az akkori elképzelés szerint ez a gyors „villámháború”-hoz való csatlakozás egy esetlegesen jó politikai pozícióval kecsegtetett. Csak nagyon kevés magyar politikus és még annál is kevesebb katona ismerte fel akkor, hogy ez a háború sok veszélyt rejt magában és nem a magyar érdeket szolgálja. Ez a későbbi esztendőket bizonyították, de akkora már nem volt kiszállási lehetőség ebből a politikai hajóból.

JEGYZETEK

- 37 Helgert Imre, Vass Jenő Sándor (szerk.): A Hazáért. A Magyar Honvédség múltja és jelene 1848–2004. 2006, Szaktudás Kiadó Ház, 213. o.
- 38 Andaházi Szeghy Viktor: A magyar királyi honvédség részvétele a Szovjetunió elleni támadásban (1941. június – december), Belvedere Kiadó, Szeged, 2016, 34. o.
- 39 Helgert Imre, Vass Jenő Sándor (szerk.): A Hazáért. A Magyar Honvédség múltja és jelene 1848–2004. 2006, Szaktudás Kiadó Ház, 213. o.
- 40 HIM HL TGY 2721, A m. kir. Honvédség a 2. világháborúban. Összeállította: Kálmán Dániel. Miskolc, 1971–74, 67. o.
- 41 Uo. 67. o.
- 42 Uo. 66. o.
- 43 A 8. határvadász dandár hadműveletei 1941. június 28–július 9., Magyar Katonai Szemle, 1942. 1. sz. 4. o. (Kontz Sándor szds.)
- 44 HIM HL TGY 2721, A m. kir. Honvédség a 2. világháborúban. Összeállította: Kálmán Dániel. Miskolc, 1971–74, 69–70. o., továbbá: A 8. határvadász dandár hadműveletei 1941. június 28–július 9., Magyar Katonai Szemle, 1942. 1. sz. 6. o.
- 45 A 8. határvadász dandár hadműveletei (1941. június 28–július 9.), Magyar Katonai Szemle, 1942. 1. sz. 1. o.
- 46 Krámer Emil: Orosz aknaanyag, Magyar Katonai Szemle 1941. XI. évf. IV. évn. 160. o.
- 47 Andaházi Szeghy Viktor: A magyar királyi honvédség részvétele a Szovjetunió elleni támadásban (1941. június–december), Belvedere Kiadó, Szeged, 2016, 37. o.
- 48 Uo. 37. o.
- 49 A 8. határvadász dandár hadműveletei (1941. június 28–július 9.), Magyar Katonai Szemle, 1942. 1. sz. 8. o.
- 50 HIM HL TGY 2721, A m. kir. Honvédség a 2. világháborúban. Összeállította: Kálmán Dániel. Miskolc, 1971–74, 69–70. o.
- 51 Dr. Csima János: Adalékok a Horthy-hadsereg szervezetének és háborús tevékenységének tanulmányozásához (1938–1945). 83. o.
- 52 Andaházi Szeghy Viktor: A magyar királyi honvédség részvétele a Szovjetunió elleni támadásban (1941. június – december), Belvedere Kiadó, Szeged, 2016, 37. o.
- 53 A 8. határvadász dandár hadműveletei (1941. június 28 – július 9.), Magyar Katonai Szemle, 1942. 1. sz. 10–11. o. (Kontz Sándor szds.)
- 54 Andaházi Szeghy Viktor: A magyar királyi honvédség részvétele a Szovjetunió elleni támadásban (1941. június – december), Belvedere Kiadó, Szeged, 2016, 37. o.

- 55 A 8. határvadász dandár hadműveletei (1941. június 28–július 9.), Magyar Katonai Szemle, 1942. 1. sz. 12. o.
- 56 M. Szabó Miklós: A Magyar Királyi Honvéd Légierő a második világháborúban, Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest, 1987, 76. o.
- 57 Uo. 77. o.
- 58 A Kárpát-csoportot 1938. március 15–24. között egyszer már felállították a Kárpátalja visszacsatolásával kapcsolatos műveletek végrehajtására és akkor is Szombathelyi tábornok volt az ideiglenes kötelék parancsnoka. – Andaházi Szeghy Viktor: A magyar királyi honvédség részvétele a Szovjetunió elleni támadásban (1941. június – december), Belvedere Kiadó, Szeged, 2016, 39–40. o.
- 59 Uo. 40. o.
- 60 HIM HL TGY 2721, A m. kir. Honvédség a 2. világháborúban. Összeállította: dr. Kálmán Dániel. Miskolc, 1971–74, 67. o.
- 61 Várhalmi Iván: A m. kir. honvédség erőfeszítése a gépesítés területén 1920-tól–1941. 06-ig. A Kárpát-csoport, majd az I. gyorshadtest hadműveletei a Szovjetunióban 1941-ben, 2012, 78. o.
- 62 Andaházi Szeghy Viktor: A magyar királyi honvédség részvétele a Szovjetunió elleni támadásban (1941. június – december), Belvedere Kiadó, Szeged, 2016, 39. o.
- 63 Uo. 39. o.
- 64 Uo. 45. o.
- 65 Uo. 45. o.
- 66 Uo. 45. o.
- 67 HIM HL TGY 2721, A m. kir. Honvédség a 2. világháborúban. Összeállította: dr. Kálmán Dániel. Miskolc, 1971–74, 70. o.
- 68 Uo. 70. o.
- 69 Várhalmi Iván: A m. kir. honvédség erőfeszítése a gépesítés területén 1920-tól–1941. 06-ig. A Kárpát-csoport, majd az I. gyorshadtest hadműveletei a Szovjetunióban 1941-ben, 2012, 78. o.
- 70 Az 1939. évre vonatkozó statisztikai adatok szerint ebben az időszakban Magyarország a visszacsatolt területekkel együtt 47 276 darab gépjárművel rendelkezett. – Andaházi Szeghy Viktor: A magyar királyi honvédség részvétele a Szovjetunió elleni támadásban 1941. június – december, Belvedere, Szeged, 2016, 40. o.
- 71 HIM HL TGY 2721, A m. kir. Honvédség a 2. világháborúban. Összeállította: dr. Kálmán Dániel. Miskolc, 1971–74, 73. o.
- 72 Uo. 91. o.

(A forrás nélküli képek a szerző gyűjteményéből.)

Németh Károly*

A német LK II és a svéd Strv m/21 típusú harckocsik, valamint magyar vonatkozásaik II. rész

CSAK EGY ÁRTALMATLAN NÉMET TRAKTOR... – AZ LK II SVÉDORSZÁGBAN

Bár a svédek utolsó hagyományos háborújukat 1814-ben vívták és végül mindkét világháborúban semlegesek maradtak, a XX. század során végig komoly hangsúlyt fektettek arra, hogy lehetőségeikhez mérten a legmodernebb, legfejlettebb – általában német eredetű – fegyverekkel szereljék fel hadseregüket arra az esetre, ha semlegességüket vagy szuverenitásukat mégis fegyveresen kellene megvédeniük. Nem jelentett ez alól kivételt az első világháború egyik „csodafegyvere”, a tank, vagyis harckocsi sem.

A svéd hadsereg első ízben 1918 elején tanulmányozhatta ezt az új harceszközt egy küldöttsége útján Berlinben, ahol a németek bemutattak nekik egy általuk elfogott brit Mark IV-es harckocsit. Nem sokkal a háború után, 1919 nyarán a svédek tárgyalásokat is kezdeményeztek a brit kormányjal, hogy a hadseregük részére Whippet harckocsikat vásárolhassanak, de a kor csúcstechnológiájának számító harceszközökért a britek olyan magas összeget kértek, amit a svéd hadsereg akkor nem engedhetett meg magának. Így a svédek kénytelenek voltak más, megfizethetőbb változat után nézni, ha nem akartak lemaradni a hadászati-harcászati világszínvonalról. A – nem kifejezetten törvényes – megoldást végül a háborús vesztes Németországban találták meg.

1921 januárjában a svéd parlament egy igen nagy összeget, több, mint másfél millió svéd koronát szavazott meg a hadsereg fejlesztéséhez végzendő kísérletek és „technikai felszerelések” beszerzéséhez, ami így a korábban, a brit harckocsik vásárlásánál még hiányzó anyagi hátteret is biztosította már.

Februárban a KAAD⁸ utasította a berlini svéd katonai attasét, hogy vizsgálja meg, hogy a világháborúból megma-

11. ábra. A svéd hadsereg küldöttsége 1918 januárjában megsejmléli Németországban a császári német hadsereg által zsákmányolt egyik brit Mark IV-es harckocsit

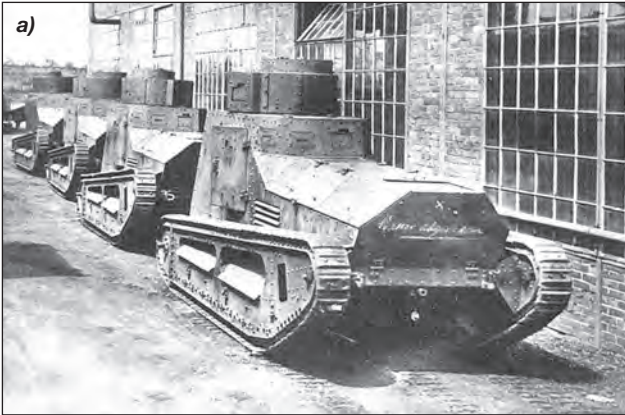


12. ábra. A Steffen & Heymann által felajánlott „lánctalpas nehéz vontató” fényképe, amelyet az 1921. márciusi ajánlattételükhöz is csatoltak. A képen könnyen felismerhető a páncélborítás és felépítmény nélküli LK II alváza

radt, feleslegessé vált német katonai felszerelések vásárlása érdekében van-e lehetőség tárgyalások kezdeményezésére Németországban. Az egyik ilyen lehetséges szerződő fél egy kisebb, Steffen & Heymann GmbH nevű német cég lett volna, ami feltehetően közvetítőként vett részt a svédek és nagyobb német vállalatok, fegyvergyárak közötti alkudozásokban. A Steffen & Heymann által felajánlott fegyverek, tüzérségi- és légvédelmi lövegek, illetve gépesített tüzérségi vontatók között érdekes módon „új típusú lánctalpas nehézvontató”-ként ott szerepelt az LK II könnyű harckocsi páncéllemezek nélküli alváza is. Ez iránt – érthető módon – a svédek élénk érdeklődést mutattak. Mikor a Steffen & Heymann-nal folyó tárgyalások 1921 júliusában újból felélénkültek, a német cég a birtokában lévő 15 darab ilyen „nehéz vontatóért” (valójában komplett, fegyverzet nélküli LK II harckocsiért) darabonként 445 000 német márkát kért.

A Steffen & Heymann szerencsétlenségére azonban ekkorra a svédek egy ennél is kedvezőbb ajánlatot kaptak egy másik német cégtől, a berlini Wilhelm Ugé GmbH mérnöki irodától, amely a birtokában lévő 10 darab LK II-est még kedvezőbb áron ajánlotta fel nekik.¹⁰ A hónap végén – V. Gusztáv svéd király tudomásával és hallgatolagos jóváhagyásával – nyélbe is ütötték az üzletet, amelynek értelmében a szemrevételezést végző svéd tiszt magán-személyként vásárolta meg a Wilhelm Ugé GmbH-től a 10 darab „nehézvontatót”. A szerződésbe nem került semmilyen, a svéd érdekeltségre vagy hadügyre vonatkozó említés sem, amire természetesen azért volt szükség, mert a versailles-i békeszerződés értelmében ezeknek a harckocsiknak ekkorra már nem is lett volna szabad létezniük. Később a hivatalos ürügy, amiért ezeket a járműveket

* ORCID: 0000-0002-8352-3645

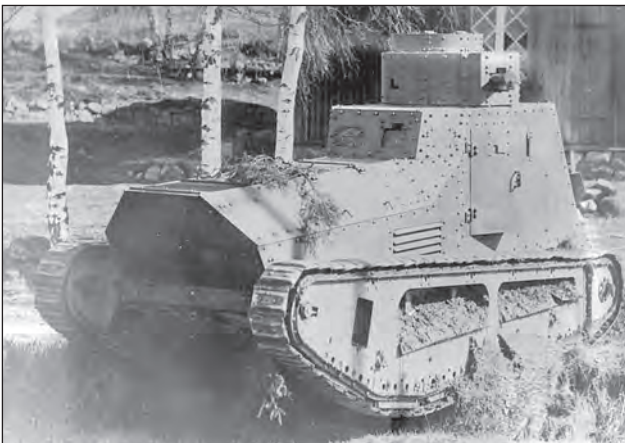


13. ábra. A Steffen & Heymann által 1921 júliusában a svédeknek küldött tájékoztató levélhez csatolt fényképek, amelyeken az eladásra kínált LK II-k közül négy példány (a), valamint további példányok (b) Németországban zajló összeszerelése látható

„gyártották”¹¹ az volt, hogy a királyi családot lettek volna hivatottak védelmezni egy feltételezett svédországi kommunista forradalom során.

A Németországban gyártott LK II-es alkatrészeket szét-szerelt állapotban, titokban, „kazán”, illetve „mezőgazdasági gép alkatrészei”-ként kezdték el 1921 szeptemberétől kisebb, nem feltűnő szállítmányokra bontva hajón Svédországba szállítani, ahol fokozatosan hozzákezdtek az összeszerelésükhöz. Az első próbadarabot a Stockholms

14. ábra. Az egyik első, Svédországban összeszerelt LK II-es, 1922 tavaszán



Tygstation állami hadianyaggyárban, a további darabokat pedig a stockholmi kikötő egyik raktárában állították össze a Wilhelm Ugé GmbH által biztosított német szakértő felügyeletével. Mindezekért cserébe a Wilhelm Ugé cég összesen 2 500 000 (vagyis harckocsinként 250 000) német márkát kapott, ami – a svédek szempontjából – még az egyéb járulékos költségeket is hozzászámolva, a német márka akkoriban zajló folyamatos elértéktelenedése miatt határozottan jó üzletnek bizonyult. Mindenesetre a páncélburkolat lemezeit érintő különböző problémák, és a lassan beérkező alkatrészek miatt az utolsó kész harckocsik átadása végül 1922 nyaráig húzódott el.

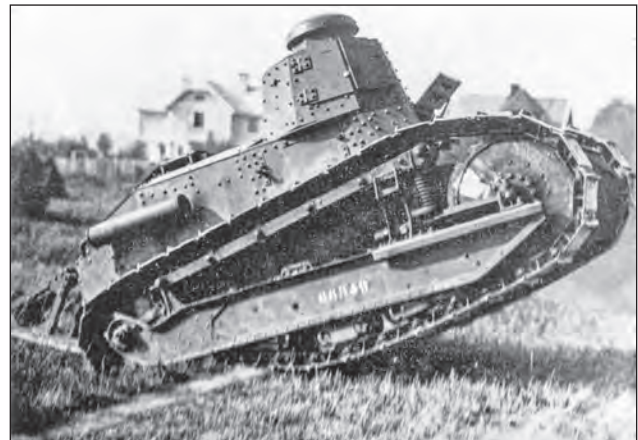
A STRIDSVAGN M/21, SVÉDORSZÁG ELSŐ HARCKOCSIJA

A Svédországban összeszerelt LK II-esek az Strv m/21 nevet¹² kapták a svéd hadsereg kötelékében. Az 1-től 10-ig számozott harcjárműveket a Stockholmban állomásozó elit Svea Livgarde gyalogezredhez osztották be 1922. augusztus 11-én, amely dátumot később a svéd páncélos fegyvernem megalakulásának időpontjaként tartottak nyilván. A svéd hadsereg tisztjei az elkövetkező években e típus, és egy akkoriban vásárolt francia Renault FT könnyű harckocsi¹³ segítségével kezdték kikísérletezni, hogy hogyan, s miként is lehetne alkalmazni ezt az akkor még mindig nagyon is újnak számító harceszközt a skandináv viszonyok között. Az 1920-as évek közepéig az Strv m/21-esek számos, csak harckocsikat felvonultató vagy más haderőnemekkel közös hadgyakorlaton vettek részt. Egy darab Strv m/21-est kiképzési célból parancsnoki harckocsivá alakítottak át, vagyis rádió adó-vevővel és hozzá tartozó antennával is elláttak.



15. ábra. Egy fegyverzet nélküli Strv m/21-es és személyzete

16. ábra. A svédek által vásárolt egyetlen francia Renault FT, becenevén „Putte” (a képen nyolc óra irányba néző toronnyal)





17. ábra. Svéd páncélosok egy gyalogsággal közös hadgyakorlaton. A kép jobb szélén a „Putte” becenevű svéd FT is látható



18. ábra. A rádióval is felszerelt parancsnoki Strv m/21-es, nyitott búvónyílással

1928-ra azonban az Strv m/21 már nem tartozott a korszerű típusok közé. Egyrészt az újabb, fejlettebb külföldi típusok megjelenése, másrészt az egyszerű géppuskánál nagyobb kaliberű, repesz-romboló lövedéket is tüzelni képes, illetve az erődtémények vagy ellenséges páncélosok ellen is hatásos harckocsilöveg hiánya kezdte elavulttá tenni ezt az első világháborús konstrukciót. Utóbbira az Strv m/21 aktív szolgálata során többször is próbáltak megoldást találni különböző kis kaliberű lövegek beszerelésével, de végül egyetlen ilyen próbálkozás sem zárult el fogadható végeredménnyel.



19. ábra. Az LK II / Strv m/21 két oldalán, valamint elöl a vezető mellett és hátul a búvónyíláson/ajtón kialakított, páncélzattal lezárható nyílásokba összesen akár 4 darab további géppuskát is el lehetett helyezni gyalogság elleni másodlagos fegyverzetként. A gyakorlatban általában 1, maximum 2 darabnál többet nem szereltek be, s gyakran teljesen mellőzték is ezeket a további géppuskákat. A képen a 2-es számú Strv m/21-es látható, oldalsó kiegészítő géppuskával is ellátva

A folyamatos használatból eredő meghibásodások és az amortizáció miatt több példányt is selejtezni kellett. Ezek még használható alkatrészeit „kannibalizálva” üzemeltették tovább a megmaradt Strv m/21-eseket. Egyre sürgősebbé vált tehát egy új típus beszerzése és rendszeresítése.

A svéd hadsereg által kiküldött vizsgálóbizottságok több külföldi páncélos típust is megvizsgáltak, amelyek közül az első világháborús francia Renault FT háború után továbbfejlesztett változata, a Renault NC harckocsi látszott a legígéretesebbnek. Egy próbadarabot meg is vásároltak belőle, ami az Strv fm/28 nevet kapta a svéd kísérletek során.¹⁴ A próbák során azonban – bár az fegyverzet és páncélvédetség szempontjából felülmúlta az Strv m/21-et –, a francia harckocsit túlságosan megbízhatatlannak, lejtómászó képességét túl kicsinek, fordulási sugarát pedig túl nagyknak találták, és összességében alkalmatlannak ítélték a svéd viszonyok közötti alkalmazásra. Így a svédek a szűk utaknak, hegyes-völgyes terepnek és a hideg skandináv éghajlati viszonyoknak is megfelelő külföldi páncélost nem találva, rövid távon a régi Strv m/21-ek modernizálása és további hadrendben tartása, illetve hosszú távon egy teljesen új, hazai típus kifejlesztése mellett döntöttek.

20. ábra. A francia Renault NC-27, svéd nevén Strv fm/28 az egyik próbája során, patakba borulva. Svéd kezelői nehezen kormányozható és megbízhatatlan típusnak tartották

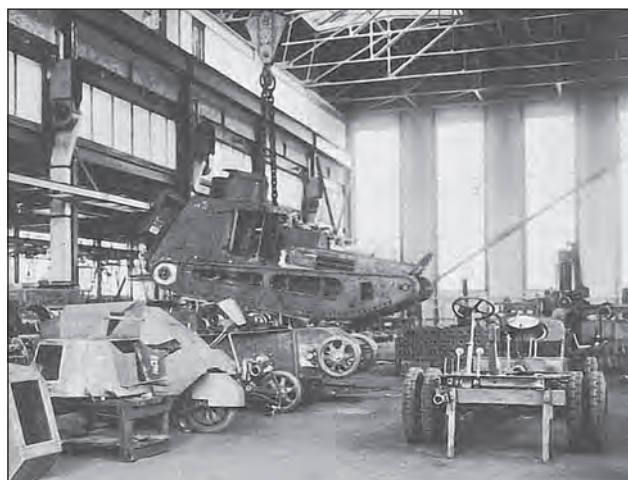




21. ábra. Az Strv fm/28 napjainkban a svéd Arsenalen Tank Museumban

FEJLESZTÉSI KÍSÉRLETEK – A STRIDSVAGN M/21-29

1929-ben a mindössze öt megmaradt, működőképes Strv m/21-es egyikén kezdtek hozzá a modernizációs programhoz. Ennek során a harcjármű német motorját egy erősebb, hazai gyártású típusra cserélték, módosították a kipufogórendszerét, továbbá a harckocsit generátorral,



22. ábra. Egy Strv m/21 felújítás közben a Landsverk üzemében, 1934-ben

elektromos indítómotorral, valamint elektromos belső és külső világítással látták el.¹⁵ A páncélzatot nem módosították, mindössze a fő géppuska tornyon kívüli részét látták el

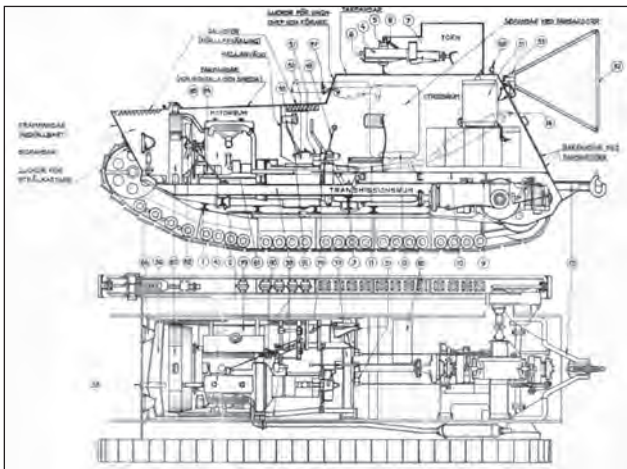
1. táblázat. A Leichter Kampfwagen különböző változatai

	Német Császárság			Magyar Királyság	Svéd Királyság	
	LK I	LK II (ágyús)	LK II (géppuskás)	LK II	Strv m/21 (fm/21)	Strv m/21-29
Hosszúság	5485 mm	5080 mm	5100 mm	5100 mm	5100 mm	5100 mm
Magasság	2500 mm	2675 mm	2500 mm	2500 mm	2500 mm	2500 mm
Szélesség	2005 mm	1950 mm	1950 mm	1950 mm	1950 mm	1950 mm
Páncélzat vastagsága	4-8 mm	4-14 mm	4-14 mm	4-14 mm	4-14 mm	4-14 mm
Tömeg	6,9 t	8,5 t	8,75 t (a jármű nettó tömege)	8,75 t (a jármű nettó tömege)	9,7 t (harci tömeg)	9,7 t (harci tömeg)
Motor típusa	Daimler Modell 1910, négyhengeres, benzines	Daimler Modell 1910, négyhengeres, benzines	Daimler Modell 1910, négyhengeres, benzines	Daimler Modell 1910, négyhengeres, benzines	Daimler Modell 1910, négyhengeres, benzines	Scania-Vabis 1554, négyhengeres, benzines
Teljesítmény	55-60 LE	55-60 LE	55-60 LE	55-60 LE	55-60 LE	85 LE
Végsebesség úton	18 km/h	16 km/h	16 km/h	16 km/h	16 km/h	18 km/h
Fő fegyverzet	7,92 mm MG 08 géppuska	57 mm Maxim-Nordenfelt ágyú, később 37 mm Krupp löveg	7,92 mm MG 08 géppuska	8 mm 07/12M. Schwarzlose géppuska	6,5 mm Ksp m/14 géppuska ¹⁹ vagy 6,5 mm Ksp m/14-29 géppuska ²⁰	6,5 mm Ksp m/14-29 géppuska
Legénység létszáma ²¹	2-3 fő	2-3 fő	2-4 fő	4 fő	2-4 fő	3-4 fő
Példányszám	1 db	1db	bizonyíthatóan legalább 39 db összeállításához elegendő alkatrész	14 db (ezekből végül használatba véve 6 db)	10 db	5 db (Strv m/21-esekből átépítve)





23. ábra. Az Strv m/21-29 menet közben és egy 1935-ös hadgyakorlaton. A képeken jól látszanak a korábbi változathoz képest új, az orr-részen vágott, páncéllal lezárható nyílásba helyezett fényszórók, a fő géppuska új páncélborítása, az új antenna és a módosított kipufogó



24. ábra. Az Strv m/21-29 korabeli metszete

gömbcsuklós páncélburkolattal. Ezekon kívül a járművet nagyobb teljesítményű rádióadó-vevővel és összecsukszható, háromszög alakú antennával is ellátták. A végeredmény elnyerte a svéd hadvezetés tetszését, így a maradék négy járművet ugyanilyen módon a Nydqvist och Holm AB és a Landsverk AB vállalatok újították fel 1929–1934 között.¹⁶ Az Strv m/21 modernizált változata a Stridsvagn m/21-29 nevet kapta.¹⁷

A felújítási munkálatokkal egy időben ismét történtek kísérletek a tüzérő növelésére is. Az egy darab géppuskából álló fegyverzetet egy 37 mm-es Škoda gyártmányú lövegre cserélték, de a gyakorlati próbák alapján a löveg hátrasiklása túlságosan megterhelő volt az LK II-től örökölt torony-



25. ábra. Az Strv m/21 és Strv m/21-29 egy-egy múzeumi példánya napjainkban

nak és toronygyűrűnek, így végül feladták az erre irányuló terveket.

Az Strv m/21-29 kísérleti és oktatójárműként végül 1938-ig állt szolgálatban, egészen az új, teljes értékű páncélos, az Strv m/38 könnyű harcokcsi¹⁸ hadrendbe állításáig. Ezt követően az eredeti 10 példány üzemképtelen darabjainak többsége tüzérségi céltárgyként fejezte be a pályafutását, egy Strv m/21 pedig visszatért az LK II szülőházájába, amikor azt egy németországi múzeumnak ajándékozták. Ez utóbbi példány azonban a nem sokkal később kezdődő második világháború során eltűnt, minden bizonnyal megsemmisült.

Mára összesen négy példány maradt fenn ebből a típusból: egy darab eredeti Strv m/21 és két darab modernizált Strv m/21-29 a svédországi Arsenalen Tank Museumban, valamint további egy darab Strv m/21-29 a németországi Munsterben található Deutsches Panzermuseumban.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Baadstöe, Christer: How the Swedish Armoured Corps was born <https://www.sphf.se/svenskt-pansar/historia/how-the-swedish-armoured-corps-was-born/> (Utolsó megtekintés: 2018.10.11.);
Blomster, Karl és Norlund, Viktor levéltári gyűjteményei;
Bartholomew, E.: First World War Tanks. Shire Publications, Bucks (1986). 22–23. o.;

- Bíró Ádám – Éder Miklós – Sárhidai Gyula: A Magyar Királyi Honvédegykűlföldi gyártású páncélos harcjárművei 1920–1945. Petit Real, Budapest, 2006. 9., 16. o.;
- Bíró Ádám – Sárhidai Gyula: A Magyar Királyi Honvédegy hazai gyártású páncélos harcjárművei 1914–1945. Petit Real, Budapest, 2012. 40–45. o.;
- Bíró Ádám: A páncélos fegyvernem megteremtésének kezdetei a Magyar Királyi Honvédségben – az LK-II és a FIAT 3000 B. In: Haditechnika, 1993/3. 61–65. o.;
- Bombay László – Gyarmati József – Turcsányi Károly: Harckocsik 1916-tól napjainkig. Zrínyi, Budapest, 1999. 40–44., 51–52., 58., 60. o.;
- Bonhardt Attila – Pánczél Mátyás – Végh Ferenc – Szeke-res József – Hattyár István – Sári Szabolcs: A magyar páncélosalakulatok története. Zrínyi, Budapest, 2015. 42–54. o.;
- Bonhardt Attila – Sárhidai Gyula – Winkler László: A Magyar Királyi Honvédség fegyverzete. Zrínyi, Budapest 1995. 13–15., 48. o.;
- Éder Miklós: Az LK-II. német könnyűharckocsi magyar szolgálatban. In: Militaria Modell 1992/2. 12–13. o.;
- Edwards, Robert J.: Panzers Forward – A Photo History of German Armor in World War II. Stackpole Books, Lanham MD, 2018. 2. o.;
- Fleischer, Wolfgang: Military Vehicles of the Reichswehr. Schiffer Publishing, Atgen PA, 1996. 3. o.;
- Haupt, Werner: A History of the Panzer Troops 1916–1945. Schiffer Publishing, Atgen PA, 1990. 15. o.;
- Janson, O.: The Swedish machineguns before 1950. http://www.gotavapen.se/gota/artiklar/utv_ksp58/ksp14/2_ksp14.htm (Utolsó megtekintés: 2018.09.01.);
- Jones, Ralph E. – Rarey, George H. – Icks, Robert J.: The Fighting Tanks since 1916. The National Service Publishing, Washington D.C., 1933. 139–140. o.;
- Lindström, Rickard O.: Strv m/21. http://www.ointres.se/strv_m_21.htm (Utolsó megtekintés: 2018.10.11.);
- Lindström, Rickard O.: Strv Renault FT17 & NC27. http://www.ointres.se/strv_renault.htm (Utolsó megtekintés: 2018.10.11.);
- Moore, Craig: Tank Hunter – World War One. The History Press, Gloucestershire, 2017. 65–68.;
- Mujzer Péter: A magyar páncélos fegyvernem kezdetei. I. rész. In: Haditechnika 2016/1. 3–4. o.;
- Пашолок, Юрий (Pasolok, Jurij): Первый танк шведской армии. <https://warspot.ru/8156-pervyy-tank-shvedskoy-armii> (Utolsó megtekintés: 2018.10.11.);
- Пашолок, Юрий (Pasolok, Jurij): С прицелом на экспорт. <https://warspot.ru/5917-s-pritselom-na-eksport> Az eredetileg orosz nyelven megjelent cikk angol fordítása: <http://tankarchives.blogspot.com/2017/05/renault-nc-destined-for-export.html> (Utolsó megtekintés: 2018.10.11.);
- Пашолок, Юрий (Pasolok, Jurij): Трудный выбор шведской армии. <https://warspot.ru/8916-trudnyy-vybor-shvedskoy-armii> Az eredetileg orosz nyelven megjelent cikk angol fordítása: <http://tankarchives.blogspot.com/2017/11/the-swedish-armys-tough-choice.html> (Utolsó megtekintés: 2018.10.11.);
- Poór István (főszerk.): Harckocsi típuskönyv. Zrínyi, Budapest, 1980. 202. o.;
- Schneider, Wolfgang – Strasheim, Rainer: German Tanks in World War I – The A7V and Early Tank Development. Schiffer Publishing, West Chester PA, 1990. 42–46. o.;
- Varga A. József (szerk.): Magyar autógyárak katonai járművei. Maróti, Budapest, 2008. 61–62., 203–205. o.;
- White, Brian Terence: German Tanks & Armored Vehicles 1914–1945. Arco, New York, 1968. 26–27. o.;
- White, Brian Terence: Tanks and Other Armoured Vehicles 1900–1918. Blandford Press, London, 1970. 170–171., 182–183. o.;
- Zaloga, Steven J.: German Panzers 1914–18 (New Vanguard 127). Osprey, Oxford, 2006. 7–9., 12., 41–42. o.

JEGYZETEK

- 8 Kungliga Arméförvaltnings Artileridepartement, magyarul a svéd Királyi Hadseregigazgatás Tüzér Osztálya. Az első világháború új fegyvereinek, köztük a harckocsinak a véleményezésével, illetve a lehetőség szerinti vizsgálatával, kipróbálásával is megbízott svéd katonai szerv.
- 9 Annak kiderítése további kutatásokat kívánna, hogy hogyan és miként is kerülhettek a háborút követő kaotikus időszakban ezek a titkos hadifegyverek polgári cégek kezébe – már ha valóban történt tulajdonosváltás, és nem pusztán közvetítőként használták ezeket a kisebb német cégeket a német állam, a hadsereg, vagy a hadianyagokat gyártó valamelyik nagyvállalat.
- 10 Így, a korábban, 1920-ban Magyarországra leszállított 14 darab, az 1921-ben még a Steffen & Heymann GmbH birtokában lévő 15 darab és a Wilhelm Ugé GmbH további 10 darabjával együtt összesen legalább 39 darab legyártott LK II-es létezése bizonyítható, amelyek javarészt feltehetően akár már az antant – német fegyverszünet megkötése után gyártották vagy szerelték össze. A Steffen & Heymann által a svédeknek küldött fényképeket és a végül Svédországban megépült, a Wilhelm Ugé-tól származó harcjárművekről készült fényképfelvételeket összehasonlítva, a járműveken felfedezhető apróbb, gyártási megoldásokból fakadó különbségek alapján a svéd kutatók arra a következtetésre jutottak, hogy különböző példányokról volt szó, és a két cég kétséget kizáróan nem ugyanazokat a konkrét páncélosokat kínálta eladásra.
- 11 A korabeli tudósítások, újságcikkek és a későbbi szakirodalom feltételezhetően azért számolt be svédországi gyártásról, mert a svéd katonai és politikai vezetők ezzel a féligazsággal, álhrrel igyekeztek leplezni az LK II-k vásárlásával kapcsolatos zavaros körülményeket, és, hogy elkerüljék a potenciális nemzetközi botrányt amiatt, hogy nemzetközi jogot sértve a vesztes Németországtól tiltott hadieszközöket vásároltak. Sokkal „szalonképesebb” volt úgy nyilvánosságra hozni a svéd harckocsik létrejöttét, mint hogyha a svédek csupán a terveket vásárolták volna meg – ami amúgy legális lett volna –, és a harckocsikat már eleve Svédországban hozták volna létre, hazai nyersanyagokból.
- 12 A típus több névváltoztatásán is átesett szolgálata során. Első hivatalos elnevezése az átadás évét jelölve *Pansarvagn försöksmodell 1922*, röviden *fm/22* lett, ami magyarul annyit jelent, hogy „Páncélos kísérleti modell 1922”. Ezt 1924-ben Bertil Burén, a svéd páncélos alakulatok főparancsnokának kezdeményezésére módosították *Stridsvagn* („harckocsi”) *modell 1921*, vagy röviden *Strv m/21*-re, követve a tankok elnevezésére ekkorra már bevett svéd szó alkalmazását és a jelölve az elméleti hadrendbe állítás évét. 1927-ben, amikor a típusra már elavulófélben lévő, élvonalban már be nem vethető típusként tekintettek, nevében is visszaminősítették azt kísérleti harckocsinak, vagyis a típus neve ekkortól kezdve *Strv fm/21* lett. Az 1930-as évek elején felújított, kis mértékben továbbfejlesztett változat neve a modernizációs program kezdő évének megjelölésével *Stridsvagn m/21-29* lett. A félreértések elkerülése végett a cikkben az 1921–1929 közötti időszakra csak az *Strv m/21* elnevezést használok.
- 13 1923 őszén a svédek kipróbálásra megvásárolták a franciáktól egy darab Berliet típusú toronnyal és 37 mm-es Puteaux SA18 löveggel szerelt, használt Renault FT-t. Más források azt feltételezik, hogy a vásárlásra már korábban, 1921-ben sor került. Mindenesetre a próbák után a svédek elégedetlenek voltak a típus menettulajdonságaival és az *Strv m/21*-ekéhez képest alacsony végsebességével, így további darabokra nem tartottak igényt. Ennek az egyetlen, megbízhatatlansága miatt kezelői által „Putte” (magyarul kb. „Kibábrándító”) becenévre keresztelt FT-nek a



- 37 mm-es lövegét eltávolították és 1924-ben megpróbálták beszerelni az egyik Strv m/21-esbe, sikertelenül. A „Putte” végül a fegyverzetét soha nem kapta vissza, és mint tüzérségi célpont került megsemmisítésre 1927-ben.
- 14 A svédok a Renault NC korai, spirálrugós-himbaserkezetes, kis görgős felfüggesztéssel szerelt *Renault NC1*, vagy *Renault Modèle 26/27* gyári nevű változatból vásároltak egy próbadarabot, amelyet – miután megbukott a franciaországi teszteken –, a Renault cég NC-27 néven kezdett el exportra felkínálni.
- 15 Ezt megelőzően az LK II-eket / Strv m/21-eket csak a járművön kívülről, kurbizással lehetett beindítani, és a külső-belső világításról olajlámpáknak kellett gondoskodniuk.
- 16 Az hosszú évekig elhúzóódó felújításnak elsősorban a Svédországba begyűrűző nagy gazdasági világválság, és annak következményeként a svéd hadsereg nagyon is szűkös költségvetése volt az oka.
- 17 Érdekes, hogy többek között Heinz Guderian, a második világháborús stratégia és a német páncélos hadviselés egyik közismert teoretikusa életében először vezetett harckocsija is egy ilyen svéd m/21-29 volt, amelyet egy, a német hadseregnek Svédországban rendezett bemutató alkalmával próbálhatott ki 1929-ben.
- 18 A magyar 38M Toldi könnyű harckocsi alapjául is szolgáló Landsverk L-60 svéd igények szerint módosított változata.
- 19 6,5 mm kaliberű, vízhűtéses Kulspruta m/1914 géppuska, az osztrák-magyar M.07/12 Schwarzlose géppuska Svédországban, licenc alatt gyártott változata. Idővel az összes Strv m/21 tornyában elhelyezett Ksp m/14 géppuskát a frissen hadrendbe állított Ksp m/14-29 géppuskára cserélték le. Az Strv m/21 egy példányán a géppuskát egy 37 mm-es Puteaux lövegre cserélték, majd az azzal végzett, végül sikertelen kísérletek után a kísérleti járművet ismét géppuskával fegyverzeték fel. Később, szintén ideiglenesen egy másik példányon egy 37 mm-es Škoda löveget próbáltak ki, de a kísérletek ezzel sem zártak sikeresen.
- 20 6,5 mm-es Kulspruta m/14-29, az amerikai Browning M1917 vízhűtéses géppuska Svédországban gyártott, enyhén módosított változata.
- 21 Az LK II / Strv m/21 minimális kezelőszemélyzete két fő, egy harckocsiparancsnok, aki az egy főre tervezett forgótoronyban kapott helyet (s a fő fegyverzetet is kezelte), illetve egy, a harckocsistben helyet kapó vezető/gépész volt. Mindazonáltal, a viszonylag tágasnak mondható küzdőtérben további két főnek volt még elegendő hely, akik vagy a parancsnok és vezető munkájában segítettek, vagy az esetlegesen beszerelt további géppuskákat vagy rádiót kezelték. Általánosságban a németek és a svédok 3 fős személyzetet alkalmaztak. Korabeli fényképfelvételek tanúsága szerint a Magyarországon kiképzésre használt LK II-k kezelőszemélyzete 4 fő volt.

Buga László – Hegedűs Ábel – Jankó Annamária – Mihalik József – Rojkó Annamária – Suba János – Szabó Béla – Szabó Gyula – Szabóné Szalánczi Erika – Tremmel Ágoston – Várszegi Lajos

A magyar katonai térképészet 100 éve 1919–2019

Bár a magyar katonai térképészet gyökerei egészen az 1700-as évek közepéig nyúlnak vissza, mégis 1919. február 4-e az önálló magyar katonai térképészet születésnapja, ekkor alakult meg a Magyar Katonai Térképező Csoport. A 100. évfordulót – többek között – egy monumentális, 484 oldalas album megjelentetésével ünnepelték meg. Az impozáns kötet katonatérképészeink mindenkor magas szakmai színvonalú és elkötelezett munkájának állít emléket.

A közel ötszáz oldalas könyvet öt fejezetre osztották, amelyek a kezdetektől egészen napjainkig mutatják be a magyar katonai térképészet különböző korszakait. A könyvben 42 egész oldalas illusztrált térképrészlet, 41 táblázat és 335 kép, valamint fotórészlet található. A könyvhöz mellékelte DVD-n azokból a katonai topográfiai és tematikus térképekből, illetve a nagyközönség számára készült térképekből látható igényes válogatás, amelyek az elmúlt száz év során a Térképészeti Intézetnél készültek. A könyv bemutatja a katonai térképészet szervezeti változásait, a műszaki technológiai fejlődést, és végigköveti az évek során született nagy térképészeti vállalkozásokat, eredményeket is.

A katonatérképészek munkája ugyanis a kezdetektől napjainkig a katonai felmérések története. A XVIII. század elején a hadviselésben megjelenő új taktika és stratégia a hadseregek nagyobb mozgékony-ságát igényelte, és megkövetelte a terephez való jobb alkalmazkodási képességet. A hadszíntér nagymértékben kiszélesedett, ez is fokozta a térképígyényt. A hadtudomány fontos elemévé vált a katonai térképészet. A Habsburg Birodalom első katonai felmérése Magyarországon 1766-ban kezdődött és 19 évi munkával készült el, 1:28 800 méretarányban. Ezt a felmérést még három követte a Monarchia felbomlásáig. A két világháború alatt a katonai térképészek megfeszített munkával dolgoztak, majd a XX. század második felét gyorsuló ütemű műszaki technológiai fejlődés jellemezte. A technológiai korszakváltással, a digitális térképészet megjelenésével egy időben politikai rendszerváltás is történt. Végül megismerkedhetünk a katonai térképészet mai, NATO-csatlakozás utáni helyzetével.

A könyv bemutatóján Szalay László ezredes, az MH Geoinformációs Szolgálat szolgálatfőnöke a következő szavakkal ajánlotta a könyvet: „A százéves évforduló olyan történelmi pillanat, melynek alkalmával illő és kötelesség is megemlékezni az elődeinkről. Ez a könyv megjelenését, formáját és tartalmát tekintve méltó emléket állít a magyar katonatérképészek nemzedékeinek, az általuk végzett nagyjelentőségű munkának, amellyel mindenkor biztosították a magyar haderő és a haza védelméhez szükséges térképészeti támogatást, végrehajtották az ország térképellátása érdekében rájuk hárult feladatokat” – hangsúlyozta az ezredes. Végezetül köszönetét fejezte ki mindazoknak, akik részt vettek e könyv elkészítésében.



A 484 oldalas, fűzött, keménytáblás, impozáns kötet 7800 Ft-os áron kapható a könyvesboltokban, illetve közvetlenül a Zrínyi Kiadónál is, 25%-os helyszíni kedvezménnyel (1087 Budapest, Kerepesi út 29/b. Tel.: 06 1-459-5373, e-mail: gyoredina@armedia.hu), továbbá megrendelhető a kiadó online felületén: http://www.hmzrinyi.hu/termek/a_magyar_katonai_terkepeszet_100_eve_1919_2019. (Sza)

Kelemen Ferenc*

A 15 cm-es 1861M gránát története

Az Osztrák–Magyar Monarchia tüzérségének fejlődésében nagy szerepet játszott a huzagolt csövű ágyúk megjelenése. Az első ilyen a francia Jean Ernest Ducos de La Hitte tüzér tábornok által 1858-ban szerkesztett ágyú volt. A La Hitte rendszerű ágyúk bronzcsövények és még elöltöltősek voltak. A lövedékek megvezetésére és megforgatására a lövedékek palástjára sárgaréz korongokat, ún. szemölcsöket szereltek. Ezekből az ágyúból az 1859-ben kitört szárd–francia–osztrák háborúban az osztrák tüzérek 36 saját gyártású üteggel vettek részt. A La Hitte rendszerű ágyúk és lövedékek tanulmányozásának eredményeként több régebbi ágyú csövét alakították át ilyen huzagolt rendszerre. 1861-ben megkezdődött a Lenk von Wolfsberg báró által fejlesztett ún. lögyapot-ágyúk rendszeresítése. Ezek az ágyúk nem váltották be a hozzájuk fűzött reményeket, ezért a gyártásukat 1863-ban beszüntették. Még abban az évben a tüzérséget ún. ívhuza-golt csövű ágyúkkal látták el. Az 1863M néven rendszerbe állított elöltöltős ágyúk és lövedékek 7, 8 és 10 cm-es (3, 4 és 8 fontos) űrméretűek voltak. Az öntöttvas lövedéktestre öntéssel és sajtolással rögzítették az ágyú huzagolásának megfelelő profilú öntővözetből készült palástot. Az ágyúhoz feketelőpor-töltetű gránátokat, srappneleket, valamint gyújtógránátokat és kartácsokat gyártottak. Ezek kilövéséhez zsákba töltött feketelőport és az ágyúcső hátsó részébe helyezett 1859M dörzsgyújtót használtak. Még 1861-ben az osztrák–magyar tüzérség a svéd Martin von Wahrendorff báró (1798–1861) által az 1840-50-es években konstruált ágyúk bevezetését is elkezdte. Wahrendorff ágyúi öntöttvasból készültek. A dugattyús závarzatú ágyúk már hátultöltősek voltak. A závarzat felé a lőporgázok sző-

kését egy bádoggal csésze és az abban elhelyezett papírkorong akadályozta meg. Lövés előtt először a lövedéket, majd a zsákba töltött feketelőport helyezték a töltényűrbe. Ezután hátulról betolták a bádoggal csészével együtt a závarzatot és a csőfar oldalsó furatain keresztül átdugták a závarzat első nyílásán egy rudat. Végül a závarzat végén lévő csavart megszorították. A lövés kiváltásához szükséges dörzsgyújtót a csőfar felső felébe kellett behelyezni. Wahrendorff nemcsak az ágyúkat, hanem a hozzájuk tartozó lövedékeket is maga tervezte. Ez utóbbiak jellegzetessége a nagy méretű ólomköpeny.

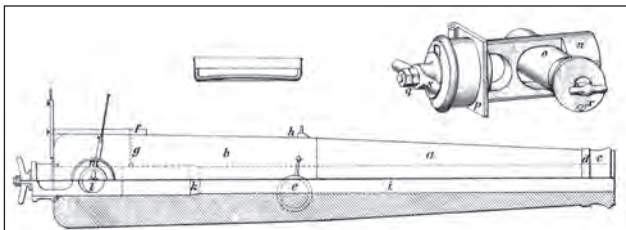
1861 januárjában megkezdődött az ágyúk gyártása a bécsi tüzérszertárban (K.u.k Artilleriezeugsfabrik, Arsenal) és a mariazei ágyúgyárban (Gusswerk bei Maria-Zell). Az itt készült csöveket 1859M ágyútalpakra szerelték. Az első éleslövészetre 1861. február 19-én került sor Ferenc József császár jelenlétében. A Wahrendorff-rendszerű ágyúkat a tábori és a vártüzérség 9, 12 és 15 cm-es űrméretben rendszeresítette többféle lövegvalppal. A 15 cm-esekhez srappelt, kartácsot, gyújtógránátot és gránátot rendszeresítettek. A 15 cm-es Wahrendorff ágyút a császári és királyi haditengerészet is rendszerbe állította 15 cm L/21 (a csőhossz az űrméret huszonegyszerese) megnevezéssel. Ilyen ágyúk kerültek például a PRINZ EUGEN fedélzetére 1863-ban, a HELGOLANDRA 1870-ben és a LAJTA monitorra 1871-ben.

Az 1880-90-es években a tábori és a haditengerészeti tüzérség is leváltotta a Wahrendorff-rendszerű ágyúit és korszerűbb 1880M és 1899M ágyúkat rendszeresítettek.



2. ábra. 15 cm-es 1861M gránát a gyújtószerkezetével

1. ábra. A Wahrendorff-rendszerű ágyúcső a bádoggal csészébe helyezett papírkoronggal, és a závarzat



ÖSSZEFOGLALÁS: Az Osztrák–Magyar Monarchia tüzérsége az 1. világháború idején már rendelkezett új tervezésű, modern gránátokkal, de az elhúzódó háború miatt lőszerhiány lépett fel. Ennek egyik megoldása a régi tervezésű gránátok „átgondolása” volt. Ilyen gránát volt az az 1861-ben rendszeresített gránát is, amelyet felújítva 1918-ig rendszerben tartottak és alkalmaztak.

KULCSSZAVAK: 1. világháború, tüzérség, gyújtószerkezet, gránát, 1861M, ólomköpeny

ABSTRACT: The artillery of the Austro-Hungarian Monarchy had already had modern grenades of a new design during the World War I, but there was a lack of ammunition due to the protracted war. One solution to this was the "rethinking" of previously-designed grenades. Such a grenade was the 1861 the grenade entered into service in 1861, which was retrofitted and applied until 1918.

KEY WORDS: World War I, artillery, fuze, grenade, 1861M, lead body

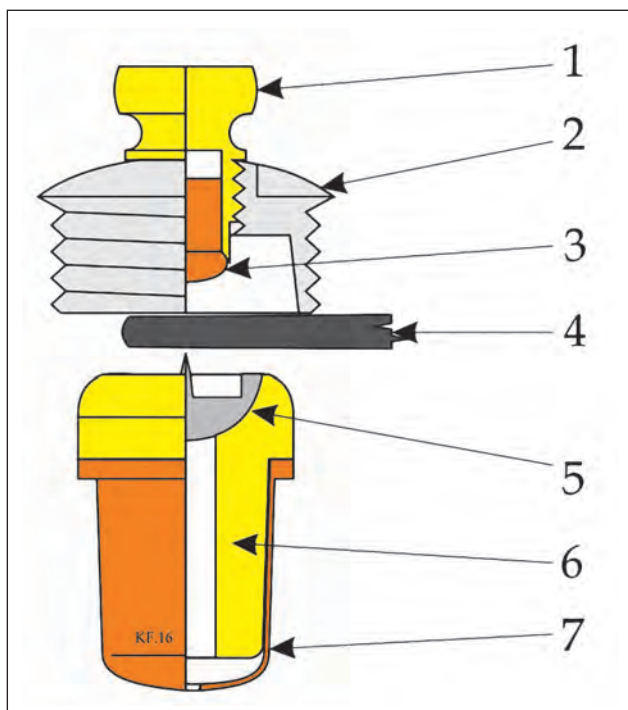
* MH 1. Honvéd Tűzszerész és Hadihajós Ezred, 1. osztályú tűzszerész, kiképző (Hungarian Defence Forces 1st EOD and River fleet Regiment, EOD team leader and EOD trainer). ORCID: 0000-0002-2220-8852

A vártüzérség azonban hagyományörzőnek bizonyult és az 1861M ágyúk módosított változatait (1861/80M és 1861/95M) használta.

Az I. világháborúban hamar kiderült, hogy az egyébként modern osztrák–magyar tüzérség ágyúinak száma nem elég a többfrontos háború megvívásához. Ez azt eredményezte, hogy az elavultnak számító löveganyagot is a front-ra vezényelték. Így került több 15 cm-es 1861M ágyú a tiroli frontra és a karszt fennsíkra is. Természetesen a Przemysliben állomásozó vártüzér alakulatok a háború kitörése előtt is rendelkeztek Wahrendorff ágyúkkal.

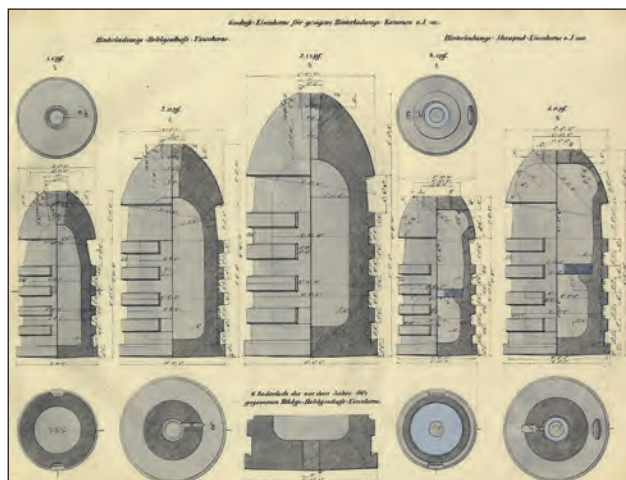
A rendszeresített gránátok közül a 15 cm-es, 1861M gránát története tekinthető érdekesnek. A gránátot 1861-ben rendszeresítették a hozzá tartozó 1861M gránát gyújtószerkezettel. A gránát az eredeti terveknek megfelelően bordákkal ellátott öntöttvasból készült. Az öntés technológiája miatt a gránáttest alján egy menetes furatot találunk, ami a feketelőpor betöltését is elősegítette. Ebbe a furatba került a zárócsavar, amit betekérése előtt valószínűleg szigetelő anyagba mártottak, így kerülve el a kilövés közben a gázok bejutását a lőporhoz. A gránáttestre öntötték az ólomköpenyt, ami a bordákba kapaszkodva kibírta a kilövésakor fellépő erőhatásokat. A köpeny feladata a gránát megforgatása volt a cső huzagolásán keresztül, a gránát központozása a csőben és a lőporgázok tömítése a csőszáj irányába addig, amíg a gránát a csőben haladt. Becsapódáskor a gránátot az orrába szerelt gyújtószerkezet robbantotta fel. Mai kifejezésekkel élve a gyújtószerkezet

3. ábra. Az 1861M gránát gyújtószerkezet rajza



1. táblázat.

Töltet tömege	Távolság	Becsapódás sebessége	Becsapódási szög	A keletkezett tölcser		
				mélysége	magassága	szélessége
ismeretlen	1365 m	269 m/s	4° 55'	0,55 m	0,90 m	0,90 m
2,15 kg	910 m	280 m/s	3° 30'	0,90 m	1,26 m	1,29 m
1,12 kg	1365 m	187 m/s	10° 20'	0,37 m	1,9 m	0,5 m

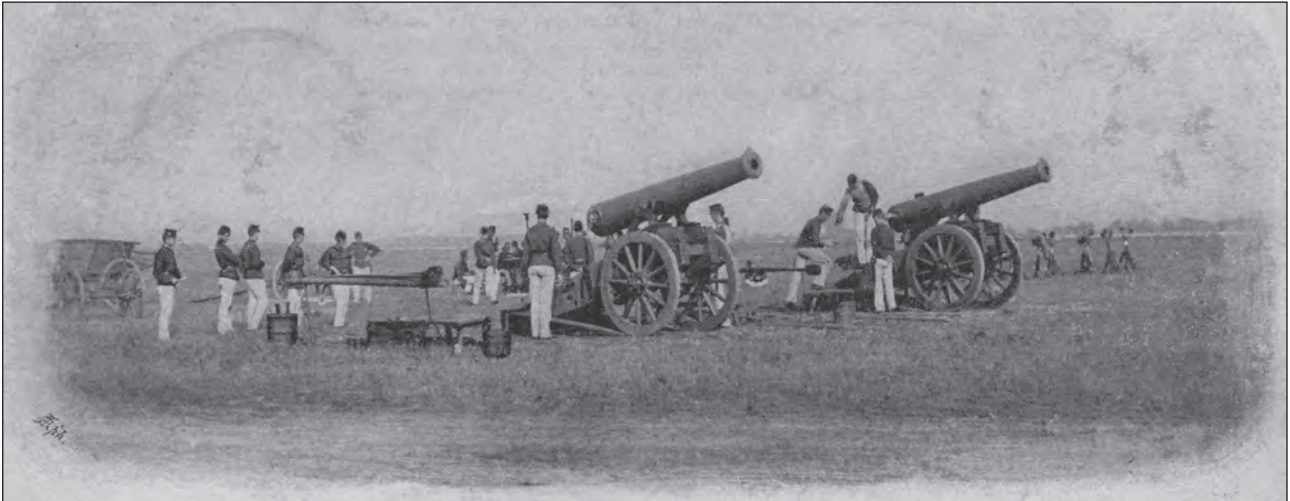


4. ábra. 1861M gránátok és srappelvek rajza. Alul, középen az 1864-ig gyártott fenékcsonkú változat

egy centrifugális kibiztosítású, biztosítás nélküli, tehetlenségi csapódó gyújtószerkezet (3. ábra).

A gyújtószerkezet felső része (2) tartalmazza a vörösréz-ből készült ólomazidos csappantyúval (3) szerelt sárgaréz csappantyútartó csavart (1). Az alsó része a gránáttestben helyezkedik el. Ez egy vörösréz perselyből (7) és az ütőtestből (6) áll. Az ütőtest (6) felső felében található az íves, vas ütőszeg (5). A gyújtószerkezet felső és alsó részét a biztosítórúd (4) tartja távol egymástól. A biztosítórúd a gránáttest felső részén lévő furaton keresztül töltik a gyújtószerkezetbe (4). Kilövéskor, amíg a gránát a csőben halad, a gyújtószerkezetben nem áll be változás. Amint a gránát elhagyta a csövet, a biztosítórúd (4) a gránát forgása következtében fellépő centrifugális erő hatására a gránáttestből kirepül. Ekkor megszűnik a gyújtószerkezet alsó és felső része között az elszigetelés és a gyújtószerkezet éles helyzetbe kerül. A gránát becsapódásakor az ütőtest (6) az ütőszeggel (5) együtt előrevágódik és belecsap a csappantyúba (3). A csappantyúban (3) keletkező láng az ütőszeg mellett és a persely (7) furatán keresztül meggyújtja a gránát 0,91 kg-os feketelőpor-töltetét, ami zárt térben felrobban. A robbanás következtében az öntvény gránáttest és a rajta lévő ólomköpeny darabokra szakad. A gránáthoz 2 féle lőporzsákot használtak, 1,12 vagy 2,15 kg feketelőpor töltettel.

1864-től elhagyták a gránát aljáról a csavart. Ennek két fő oka volt. Az egyik az öntési eljárás korszerűsítése, a másik az, hogy a gránáttestbe bejutó lőporgázok csőrobbanást okozhattak. A gránát teljes hossza 312 mm, a tömege 27,83 kg volt. A kilövéshez szükséges feketelőpor töltetet selyem vagy vászonzsákba töltötték. A zsák száját madzaggal bekötötték és a töltet súlyát ráfestették a zsák oldalára. A Steinben (K.u.k Pulverfabrik in Stein) készült lőport tartalmazó zsákok „St. P.” jelölést is kaptak. A töltet begyújtását az 1859M dörzsgyújtó végezte. Ezt az ágyúcsőbe helyezés után a dörzsgyújtó drótjára kötött zsinórral



5. ábra. 15 cm-es 1861M ágyúk egy 1907-ben rendezett hadgyakorlaton

hozták működésbe. A dörzsgyújtó lényegében a ma is használt gyufa elvén működik. A drót megrántásakor a végénél lévő dörzsölésre érzékeny anyag meggyullad és begyújtja az alá helyezett lőport, ami a végigégése után a lőporzsák töltetét gyújtotta meg. Még az 1860-as években megtörtént a gránátok hatásainak vizsgálata is. Erre a célra az 1860-ban épült azzanói Wratislaw erőd (werk Neu Wratislaw) egyik falát jelölték ki. A téglából és mészkőből vegyesen épült falra leadott lövések a következő eredményt adták:

Az ismeretlen töltet tömege valószínűleg 2,15 kg-nál több lehetett. Erre enged következtetni, hogy a gránát becsapódási sebessége 1365 méter megtétele után is 269 m/s volt.

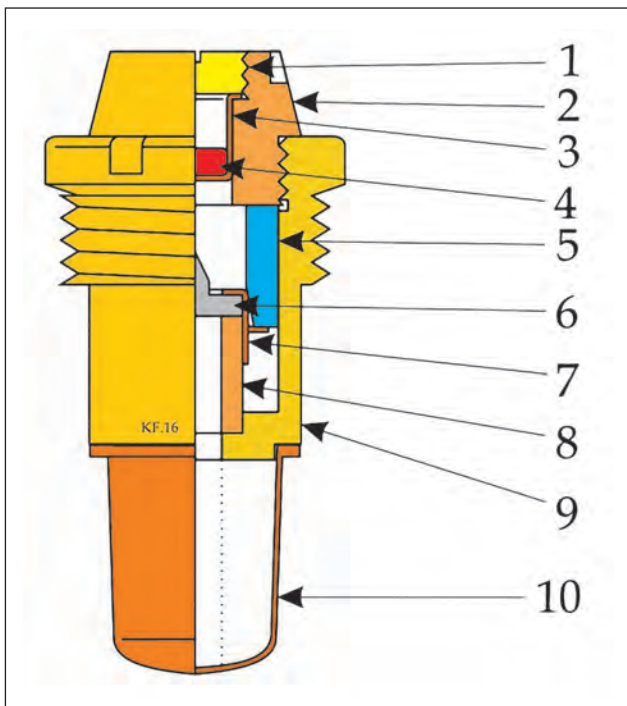
1895-ben, amikor az 1861M ágyúkat modernizálták, az ágyúk nemcsak új lövegtalpat, hanem új lőportölteteket is kaptak. Erre azért volt szükség, mert az új, 3 különböző

tömegű töltettel többfajta löfeladatot lehetett végrehajtani és a gránát lőtávolsága így 6400 méterre növekedett. A töltetek két fajta lőporból készültek. Steini „Lit. A.” lőpor esetén 0,85 kg, 1,45 kg és 2,15 kg-os, 7 mm-es löveglőpor esetén 1 kg, 1,58 kg illetve 2,35 kg-os tömegben. A töltet begyújtásához már 1893M dörzsgyújtót alkalmaztak. 2,15 kg-os töltet esetén a gránát, átlagos talajba, 1517 méter távolságon egy 80 cm mélységű és 190 cm átmérőjű krátert ütött.

1901-ben a gránáthoz új gyújtószerkezetet terveztek és rendszeresítettek 1901M gránát gyújtószerkezet néven. Az ezzel a gyújtószerkezettel szerelt gránátok elnevezése 1861/1M gránátra változott. Tervezésénél figyelembe vették azokat a követelményeket, hogy az új gyújtószerkezettel ellátott gránát teljes hossza és tömege nem térhet el az eredeti 1861M gránátétól. Az eredmény egy tehetetlenségi kibiztosítású, biztosítás nélküli, tehetetlenségi csapódó gyújtószerkezet lett (6. ábra).

A kialakítása az akkor már rendszerben lévő 1875M és 1880M gránát gyújtószerkezetekhez hasonló. Felső felében helyezkedik el a csappantyút (4) tartalmazó csésze (3), amit a fejcsavar (2) rögzít. A fejcsavar (2) felülről egy zárócsavarral (1) le van fedve. A gyújtótést (9) aljában áll az ütőtést (8) a beszerelt ütőszeggel (6). Az ütőtést tetején nyugszik a biztosítólemez (7), ami a 4 kihajló karmával támasztja alá a biztosítóhüvelyt (5). Alaphelyzetben ez a hüvely távol tartja az ütőtést (8) a fejcsavartól, (2) illetve a csappantyútól (4).

6. ábra. Az 1861/1M gránát gyújtószerkezetének rajza



7. ábra. Az 1901M gránát gyújtószerkezetének alkatrészei a biztosító lemez és a csappantyú nélkül



Kilövéskor a fellépő tehetetlenségi erő miatt a biztosítóhüvely (5) lesüllyed, miközben a biztosítólemez (7) karmait lehajlítja. Ennek eredményeként a biztosítóhüvely (5) még a csőben rászorul az ütőtestre (8). A gyújtószerkezet éles állapotba került. Ez a megoldás az 1861M gyújtószerkezet-hez képest biztonsági szempontból visszalépés volt, ugyanis az 1861M gyújtószerkezet csak a cső elhagyása után élesedik ki, ezért a csőrobbanás esélye ennél kisebb.

Becsapódáskor az ütőtest (8) a rászorult biztosítóhüvely-lyel (5) együtt előre vágódik, mialatt az ütőszeg (6) a csapantyúba (4) szúr. A keletkező láng az ütőszeg (6) mellett, az ütőtest (8) furatán keresztül gyújtja a gyújtótestet (9) alá helyezett erősítő löportöltetet (10), ami detonátorként funkcionálva robbantja a gránát löpor töltetét.

Az 1901M gyújtószerkezetek a hirtenbergi Fridolin Keller fémárúgyárában (Fridolin Keller Metallwarenfabrik in Hirtenberg) készültek. Ez a cég 1917-től Első Osztrák Gyújtószerkezet- és Fémárúgyár Rt. (Ersten Österreichischen Zünder- und Metallwarenfabrik AG.) néven folytatta a gyártást.

Az 1900-as évek elejére a gránáttestet áttervezték. Az ólomköpenyt leestergálták és egy vörösréz vezetőgyűrűvel látták el. Egy 1906-ban kiadott szabályzatban ez a gránát már szerepelt az 1861 és 1861/95M ágyúk lőszerei között. 1914-ig biztosan alkalmazták ezeket a gránátokat. Ezt támasztja alá a Műszaki Katonai Bizottság (Technisches Militär Komitee – TMK) tervrajza ebből az évből, amelyen a gránát az „átalakított 15 cm M61gránát” nevet viseli. Még ebben az évben a 15 cm-es 1880M mozsárhoz és a 15 cm-es 1894M, 1899M, 1899/4M tarackokhoz is rendszerezítették ezt a gránátot. A mozsárhoz 7 különböző 1893M 1×3 mm-es löportöltetet rendszerezítettek. A legkisebb 0,12 kg, a legnagyobb 0,375 kg tömegű volt. A tarackokhoz 8 különböző tömegű 1893M 1×4 és 2×4 mm-es löportöltetet használtak. A legkisebb 0,25 kg volt 172,3 m/s kezdősebességgel, a legnagyobb töltet 0,71 kg, ami 314 m/s kezdősebességet eredményezett. A löpor begyűjtéséhez már 1880/7M dörzsgyújtót alkalmaztak.

1916-ban az 1861/1M gránátok közül több is csőrobbanást okozott. A vizsgálatok alapján a tűzéség műszaki főfelügyelője a következőket állapította meg:

A gyújtószerkezetek idő előtti működését a biztosítólemez karmainak lövés előtti lehajlása okozta. A biztosítólemez elég erős ahhoz, hogy a szállítás közbeni rázkódásokat kibírja. Ezt szállítási próbákkal igazolták is. A gyújtószerkezet javára írták, hogy a világháború addig eltelt két évében csak kétszer fordult elő csőrobbanás az átalakított 15 cm-es 1861/1M gránátokkal. A császári és királyi 16. hadtest parancsnoksága utasította a császári és királyi 58.

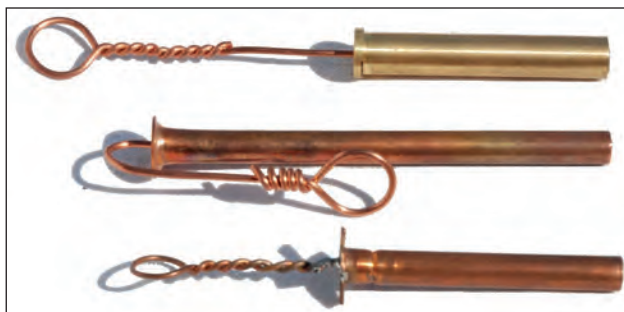


8. ábra. A 15 cm-es 1861/1M gránát és gyújtószerkezete

tartalék tábori tűzérőparancsnokságát arra, hogy az általuk kirendelt tűzszerész vizsgálja meg a dandár lőszerekészletét és az esetlegesen kifogásolható gránátokat Laibach-ba (Ljubljana) küldje. Ezzel egy időben a lőszergyárakat figyelmeztették arra, hogy az elkészült gyújtószerkezetek leejtését kerüljék.

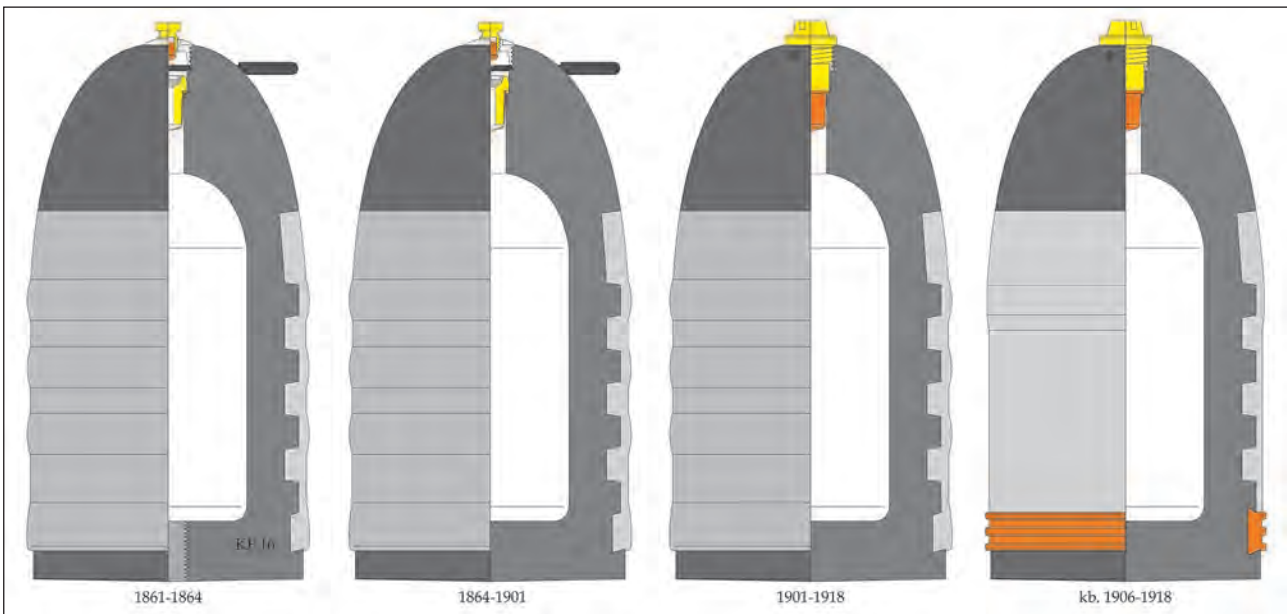
1917-ben az átalakított 1861/1M gránátok használatát a 15 cm-es 1894M, 1899M, 1899/4M tarackoknál megtiltották. A gránátokat csak a 15 cm-es 1880M mozsarak lőheték. Ez év tavaszán a Hadsereg főparancsnokság tájékoztatta a csapatokat, hogy ezeket a gránátokat hamarosan kivonják a rendszerből.

9. ábra. Az 1880-7M, az 1893M és az 1859M dörzsgyújtók replikái



2. táblázat. Az alkalmazott lövegek főbb adatai

	15 cm-es 1861M, 1861/80M és 1861/95M ágyúk	15 cm-es 1880M mozsár	15 cm-es 1894M, 1899M és 1899/4M tábori tarackok
A cső anyaga	öntöttvas	bronz	bronz
A cső teljes hossza	3086 mm	1200 mm	2000 mm
A huzagolt rész hossza	2685 mm	577 mm	1280 mm
Huzagok száma	30 db	36 db	36 db
Huzag mélysége	1,5 mm	1,5 mm	1,5 mm
A cső tömege a zárral	2860 kg	625 kg	1120 kg
A zár tömege	80 kg	66 kg	76 kg
Maximális lőtávolság	6400 m	3500 m	6000 m



10. ábra. A különböző 15 cm-es 1861M gránátok, és rendszerben tartásuk dátumai



11. ábra. Egy 15 cm-es 1899/4M tarack és kezelői egy 1861/1M gránát mellett, valahol a fronton



12. ábra. Egy 15 cm-es 1861M Wahrendorff ágyú a lengyel fronton 1916-ban

Az 1861M és az ebből kialakított 1861/1M gránátok legnagyobb hibája a teljes tömeg 15%-át kitevő ólomköpeny volt. Ez lövéskor sokszor leszakadt és a repeszképzésben sem volt jelentős szerepe, ugyanis a puha ólom túl nagy darabokra (kb. tenyérnyi) szakadt. A gránát robbanó hatása is csekély volt. A robbanóanyag kamrája relatíve kicsi volt. Az akkoriban használt feketelőpor az 1890-es évekre elavult robbanóanyagnak számított, gránátok töltésére már nem alkalmazták.

Véleményünk szerint az átalakított 1861/1M gránátok nem váltották be a hozzájuk fűzött reményeket. Amennyivel kevesebb ólomra, annyi több vörösrézre volt szükség a gyártásukhoz. 1915-ben a monarchia szénfémhiányban szenvedett, ezért az átalakított gránátok gyártását abbahagyták. Az lőszertervezők azon gondolata, hogy egy már meglévő, nagy mennyiségben rendelkezésre álló gránátot megpróbálták az új ágyúhoz rendszerbe állítani, jó gondolatnak tűnik. A tervezésnél megtették mindent, amit meg lehetett. Egy ólomköpenyes gránátot ennél egyszerűbben nem lehetett átalakítani. A vezetőgyűrűs változat nem hozott áttörést, de az 1861/1M gránáttal együtt 1918-ig rendszerben maradt.

FELHASZNÁLT FORRÁSOK

Artillerie-Unterricht für die Festungs- und Küsten-Artillerie-Companien, Bécs, 1866;
Tabellen zur Kriegsfeuerwerkerei für die kaiserlich-königliche Artillerie, 1868;
G. Csurusky: Tabellen über Artillerie-Munition, Bécsújhely, 1893;
Fegyvertan. Tankönyv a M. Kir. Honvéd Ludovika Akadémia számára, II. kötet. Budapest, 1899;
Artillerie-Unterricht für die k.u.k Kriegsmarine, I. Theil, Pola, 1903;
G-43 Artillerieunterricht für die k.u.k Festungsartillerie, I. Teil, 1. Heft, Bécs, 1906;
G-43 Artillerieunterricht für die k.u.k Festungsartillerie, I. Teil, 3. Heft, Bécs, 1907;
Artillerie-Munitions-Merkblätter, Bécs, 1918;
M. Christian Ortner: The Austro-Hungarian Artillery from 1867 to 1918. Bécs, 2007.

(Illusztrációk a szerző gyűjteményéből.)

CONTENTS

STUDIES

Possible Expectations on the Radar Systems of the 21th Century	3
The Modernization of Hungarian Border Fence Using Unattended Sensor Networks, Part 1	9

INTERNATIONAL MILTECH REVIEW

Airbus Valiants on the Red Square, – The Modern Transport of Troops Part 1	16
The KZO Small Unmanned Scout and Targeting Aircraft System	25
Argentinean Submarines in the Atlantic Ocean, Part 2	29

SPACE ACTIVITIES

Apollo 50, Race for the Moon, Part 3	33
Kilopower – Electric Plant on the Mars, Part 2	39

DOMESTIC SURVEY

40x46 LV Rocket Assisted Grenade – An Unrealized Development, Part 3	43
The Big Cats of Battlefields – The Leopard 2 Tank Family, Part 1	47
The digital soldier of the future and its cognitive capabilities – report on the Digital Soldier 2.0 international conference	52

MILTECH HISTORY

Scout Units of Royal Hungarian Army Equipped with Armoured Vehicles during the Operation Barbarossa, Part 2	58
The German LK II and the Swedish Strv m/21 Tanks and the Hungarian Relations, Part 2	64
The History of 15cm 1861M Grenade	71

INHALTVERZEICHNIS

STUDIEN

Die Erwartungen bei den Radarsysteme im Hinblick der Anforderungen des XXI. Jahrhunderts	3
Die Modernisierung des ungarischen Grenzzaun mit Anwendung von unbeaufsichtigten Sensornetze, Teil I.	9

INTERNATIONALE WEHRTECHNISCHE RUNDSCHAU

Degen auf dem Roten Platz, Teil I. – Moderner Truppentransport	16
KZO – kleines, unbemanntes Flugzeugsystem für Aufklärung und Zielbezeichnung	25
Argentinische U-Boote am Atlantik, Teil II.	29

RAUMFAHRTTECHNIK

Wettbewerb für den Mond – Das Apollo-Programm – nach 50 Jahre, Teil III.	33
Kilopower – Elektrizitätswerk am Mars, Teil II.	39

HEIMATSCHAU

Die Granate 40x46 LV mit additionalen Raketenantrieb, Teil III.	43
Die Großkatzen der Kampfplätze – die Panzerfamilie Leopard-2, Teil I.	47
Der digitale Soldat der Zukunft und seine Fähigkeiten – internationale Konferenz Digital Soldier 2.0	52

GESCHICHTE FÜR WEHRTECHNIK

Die Panzertruppen der Ungarischen Königlichen Armee während des Unternehmens Barbarossa, Teil II.	58
Die deutsche "LK II" und schwedische "Strv m/21" Panzer und ihre ungarischen Aspekte, Teil II.	64
Die Geschichte der Granate vom Kaliber 15 cm "1861M"	71

A címképünkön: A német haderő (Bundeswehr) Leopard 2 A4-es harckocsija (Fotó: Kelecsényi István gyűjteményéből, a Krauss-Maffei Wegmann engedélyével.)

Borító 2: Fent: Aknarobbanás ellen védett Kamaz Tájfun-K páncélozott szállítójármű az orosz katonai rendszet színeiben (Fotó: Zentay Péter) Lent: Az orosz felderítő alakulatoknál hadrendbe állított AM–1 típusú quad, 7,62 mm-es PKP (6P41) géppuskával felszerelve (Fotó: Zentay Péter)

Borító 3: Fent: Edwin (Buzz) Aldrin kibújik a holdkomp ajtaján, 1969. július 21-én (Fotó: NASA) Középső kép: Az első lábnymok egyike a Holdon (Fotó: NASA) Lent: Edwin Aldrin tiszteleg az amerikai zászló előtt (Fotó: NASA)

Borító 4: A Digitális katona 2.0 konferenciához kapcsolódóan hamarosan megjelenik „Az őrangyal” című képregény. Hátsó borítokon az első évfolyam első szám címlapja látható.

Szerzőink figyelmébe

A szerkesztőség két független lektorral ellenőrizteti a beküldött kéziratokat és plágiumellenőrzésnek veti alá azokat. A cikkeknek tartalmaznia kell: egy max. 6-10 soros összefoglalást és 5 kulcsszót magyar és angol nyelven is, illetve a cím angol nyelvű fordítását. Lapunk szerzőinek nevénél lábjegyzetben fel kell tüntetni: a szerző e-mail címét és 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 felhasználó irodalmak megjelölésével fogadjuk el. Ha a hivatkozott irodalmi forrás rendelkezik DOI azonosítóval, azt kérjük feltüntetni. Az irodalmi hivatkozások formája az ISO 690:2010 szabványnak feleljen meg. A hivatkozásokra vonatkozó szabály, hogy egyetlen olyan forrás se szerepeljen a felhasználó irodalom jegyzékében, amelyre a szerző a törzsszövegben nem hivatkozik. A szerzői jogra (copyright) vonatkozó jogok és kötelezettségek, továbbá a tiszteltetdij a kiadói szerződésben kerülnek szabályozásra. 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

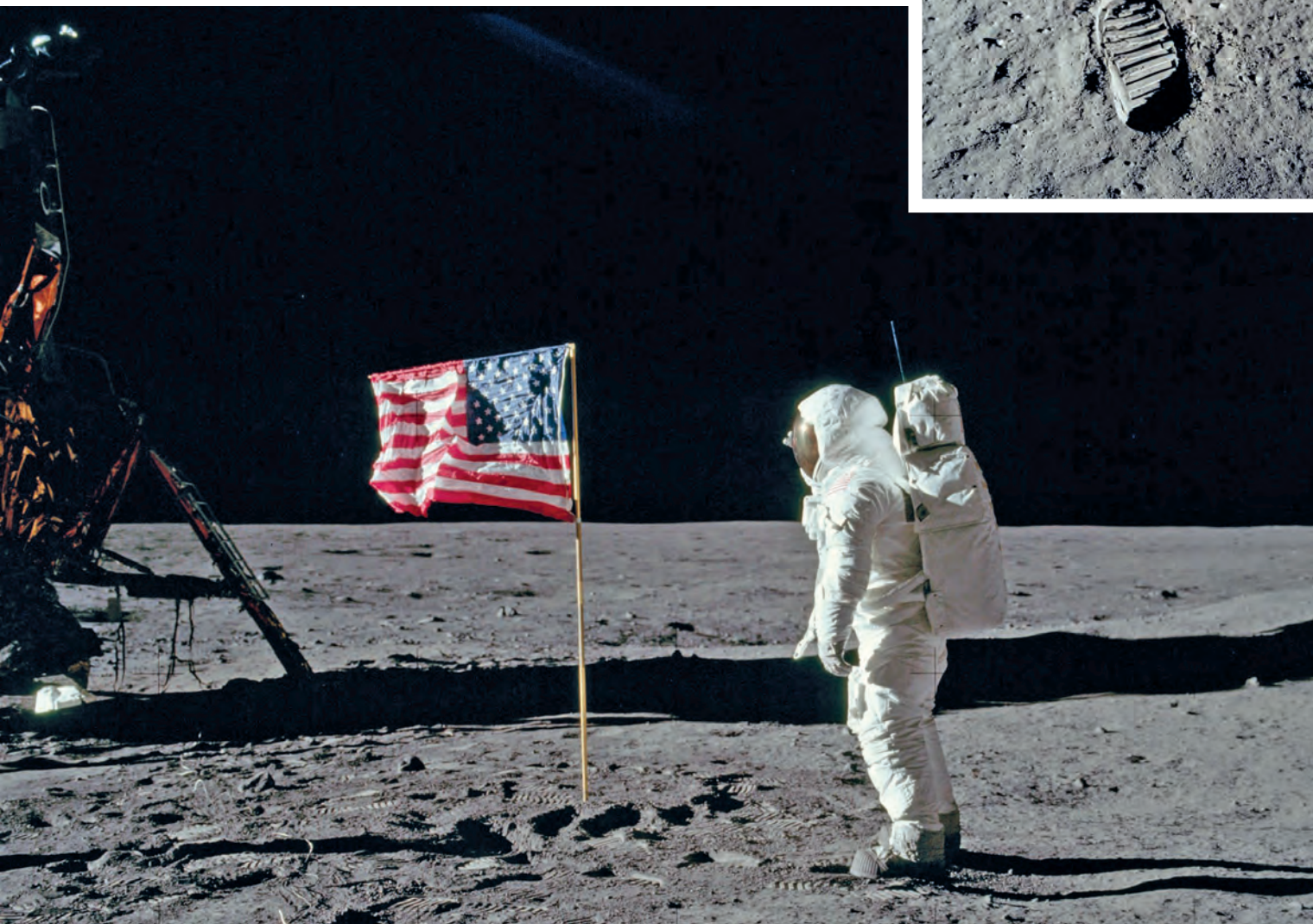
Előfizetésben terjeszti a Magyar Posta Rt. Hírlap Üzletága, 1008 Budapest, Orczy tér 1. Előfizethető valamennyi postán, kézbesítőknél, e-mailen: hirlapelofizetes@posta.hu, faxon: 303-3440, Stúdió könyvesbolt 1138 Bp., Népfürdő u. 15/D, telefon/fax: 359-1964, 359-6461, HM Zrínyi Nonprofit Kft. Ügyfélszolgálat Budapest II., Filler u. 14. Levélcím: 1276 Budapest 22, Pf. 85 telefon/fax: 212-4540 e-mail: ugyfelszolgalat@topomap.hu További információ: 06 80/444-444 A folyóirat 2005-2015 közötti példányai megrendelhetőek a Zrínyi webshopban (www.hmzrinyi.hu/termek/magazinok).

A Haditechnika megvásárolható

Lira Könyvárúház, Récsi Center
1146 Bp., Istvánmezei út 6., telefon: 411-1543
Stúdió könyvesbolt
1138 Bp., Népfürdő u. 15/D, telefon/fax: 359-1964, 359-6461
HM Zrínyi Nkft.
Ügyfélszolgálat Budapest II., Filler u. 14. 1087 Budapest Kerepesi út 29/b. Nyitvatartás: H.–P. 9–15 óra www.topomap.hu

Hirdetésfelvétel

HM Zrínyi Térképesztési és Kommunikációs Szolgáltató Közhasznú Nkft. 1087 Budapest, Kerepesi út 29/b. Felelős: Bartha Cynthia terjesztési menedzser Telefon: 459-5319 E-mail: cinti@armedia.hu





AZ ÖRANGYAL