

A múlt, a jelen és a jövő fegyverei

HADITECHNIKA

2019/4

LIII. évfolyam 4. szám

Ára 520 Ft



**A Leopard 2A7+ harckocsi
Budaörsön**



A MAGYAR HONVÉDSÉG MŰSZAKI-TUDOMÁNYOS ÉS ISMERETTERJESZTŐ FOLYÓIRATA

2019/4. szám.
LIII. évfolyam

A szerkesztőbizottság elnöke:

Dr. Porkoláb Imre ezredes
(Kormánybiztosi Hivatal)

Elnökhelyettes:

Csinga Mihály ezredes
(MH LK mb. parancsnok)

A szerkesztőbizottság tagjai:

Dr. Balajti István (NATO)
Benkó Imre (HM Currus Zrt.)
Dr. Both Előd csillagász, a MANT elnöke
Dr. Gáspár Tibor ny. vör. (MKLE)
Gecse János ezds. (MH LK)
Dr. Germuska Pál (MNL)
Dr. habil. Gyarmati József alez. (NKE)
Dr. Gyulai Gábor ny. ezds. (NKE KMDI)
Prof. Dr. Ványa László ezds. (NKE KMDI)
Prof. Dr. Haig Zsolt ezds. (NKE)
Prof. Dr. Halász László ezds. (NKE)
Kaposvári László Zoltán ddtbk. (MHP LGCSF)
Prof. Dr. Kende György ny. 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)
Simon Attila ezds. (MH MI)
Prof. Dr. Solymosi József ezds. (NKE)
Szabó Miklós ny. alez. (HT)
Torma János vez. (Rába JGyK Kft.)
Varga József

Lektor Bizottság elnöke:

Keszthelyi Gyula ny. ddtbk.

Főszerkesztő:

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

Felelős szerkesztő:

Dr. Hegedűs Ernő alez. (NKE, TÚK)

Szerkesztő:

Rojkó Annamária (MŰOSZ)

Katonai szerkesztő:

Druzsina József százados

Űrtechnika rovatvezető:

Dürr János Béla MSc (TÚK)

Szerkesztő asszisztens

Ott István Dániel
Rózsáné Drahos Gabriella
Simon Csilla
Walther Terézia
Szabó András (DOI adminisztrátor)
Szivák Petra (DOI és Facebook adminisztrátor)

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

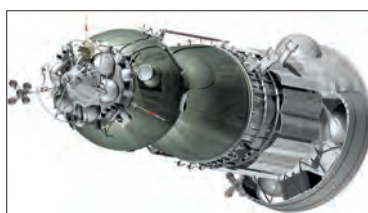
Gyarmati József:
Az üzemfenntartás speciális
katonai követelményei

3



Schuminszky Nándor: Verseny
a Holdért – 50 év után IV. rész

47



Dr. Hegedűs Ernő – Szivák Petra:
Az „Autonóm on- és off-road
járművek katonai alkalmaz-
hatóságának lehetőségei” című
tudományos konferenciáról
– részletesen

58



Walther Terézia – Ott István
Dániel: Haditechnikai bemutató
Budaörsön

70



Beköszöntő

2

TANULMÁNYOK

- Dr. Németh András –
Dr. Hegedűs Ernő –
Wippelhauser András – Simó
Réka: A katonai alkalmazású
autonóm terepjáró járművek
fejlesztésének egyes kérdései
I. rész 11
- Bognár Eszter Katalin: A magyar
határkerítés korszerűsítése
felügyelet nélküli
szensorhálózatok
alkalmazásával II. rész 17
- Tábi Levente: Az üreges töltetek
fejlődése, alkalmazásuk a XXI.
századi IED-támadások során
I. rész 23

NEMZETKÖZI HADITECHNIKAI SZEMLE

- Zentay Péter – Gyarmati József
„Vitézek” a Vörös téren –
Harcokcsik és harckocsi
támogatók II. rész 27
- Vincze Gyula: Az osztrák
hadsereg lecserélte előregedő
csapatrádióit 32
- Zsig Zoltán: A Stryker
harcjárműcsalád I. rész 35
- Ott István Dániel: Argentín
tengeralttjárók az Atlanti-
óceánon III. rész 42

ŰRTECHNIKA

- Bárczy Pál – Bárczy Tamás –
Szóke János: Hazai részvétel
a Sentinel programban 54

HAZAI TÜKÖR

- Kelecsényi István: A harcmezők
„nagy macskái” – a Leopard
2-es harckocsicsalád II. rész 64

HADITECHNIKA-TÖRTÉNET

- Czirók Zoltán: Egy „Puma”
vadászpilóta utolsó bevetése 72

Olvasószerkesztő: Kádár György ■ Nyomdai előkészítés: PGL Grafika Bt.

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

A Haditechnika kéthavonként nyomtatásban megjelenő folyóirat.

A szerkesztőség postacíme:

Budapest, 1885 Pf.: 25. ■ Telefon: 398-4586 ■ haditechnika@hm.gov.hu.

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

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

Beköszöntő

Atöbb mint fél évszázada működő Haditechnika tudományos és ismeretterjesztő folyóirat új felelős szerkesztőjeként ezúton köszöntöm az Olvasót. Kérem, engedjék meg, hogy néhány mondatban bemutassam Önöknek a modernizálódó Haditechnika folyóiratot, néhány szót szólna a tudományos lap szerepéről a Zrínyi 2026 honvédelmi és haderőfejlesztési program eseményeinek és eredményeinek ismertetésében. Végül bemutatom Önöknek a Haditechnika szerkesztőségét is.

A Zrínyi 2026 HONVÉDELMI ÉS HADERŐFEJLESZTÉSI PROGRAM

A Zrínyi 2026 program a teljes Magyar Honvédséget átforgató fejlődési folyamatot indít el, amely céljai szerint a magyar hadügyben a 21. század színvonalához méltó haditechnikai generációváltáshoz és hadikultúra átalakulásához vezet. Többek között olyan új haditechnikai eszközök beszerzése teszi a Magyar Honvédséget a térség egyik meghatározó haderejévé, mint a kategóriájában legjobbként számon tartott Leopard 2A7+ harckocsi és a PzH 2000 önjáró löveg, továbbá az Airbus H145 és H225 helikopterek, valamint az Airbus A319 szállító repülőgép. Mindez alapjaiban határozza meg a Magyar Honvédség legolvasottabb lapja, a Haditechnika tudományos és ismeretterjesztő folyóirat tartalmát, amely világos képet kíván adni a magyar haderőt érintő dinamikus haditechnikai fejlődésről. Számos, az új haditechnikai eszközöket ismertető cikkkel és cikksorozattal kívánjuk megörvendeztetni Olvasóinkat. E program azonban messze túlmutat a beszerzések sorozatán, hiszen felendíti a magyar hadiipart és a hazai haditechnikai kutatás-fejlesztést is. A magyar hadiipar és a Zrínyi 2026 program kiemelkedő eredményeként mutatható fel a Bren fegyvercsalád hazai gyártásának ez évi megszervezése, illetve a közeljövőben hazánkban megnyíló Airbus helikopterrészegység-gyár létrejötte. Folyóiratunk részletesen beszámol majd ezekről a beruházásokról, és más, az új magyar haditechnikai kutatás-fejlesztési és hadiipari eredményekről is. Amint az minden bizonnyal nem kerülte el szakavatott Olvasóink figyelmét, 2018-tól kezdődően több, a katonai-műszaki tudományterülethez kötődő, a haditechnikai kutatás-fejlesztés és az innováció élvonalát bemutató tudományos konferenciára került sor hazánkban (köztük a ZalaZone – konferencia az autonóm járművekről az önvezető képességet fejlesztő próbapályán, illetve a *Digitális katona 2.0* nemzetközi tudományos konferencia), amelyek már az új idők érkezését jelzik. A Haditechnika a következő években számos hasonló, magas színvonalú tudományos konferenciáról tudósít majd, amelyek már a jövőbe mutatnak.

A MODERNIZÁLÓDÓ HADITECHNIKA FOLYÓIRAT

Terveink szerint tehát a Haditechnika lapban – az átfogó haderő-modernizáció következtében – határozottan megnő majd a korszerű haditechnikai eszközöket, fejlesztéseket és kutatásokat ismertető cikkek aránya. Nagyobb szerephez jut majd egyebek mellett a robotika, a mesterségesintelligencia-kutatás, az űrkutatás és a kibervédelem, illetve a nanotechnológia területe is, amelyeket növekvő számban ismertetnek majd tudományos fokozattal rendelkező egyetemi oktató, intézeti kutató és hadiiparban dolgozó szakmérnök



szerzőink. Mint ahogyan a múltban számos esetben jelentetett meg a lap tematikus lapszámot (tüzérség, harckocsicsapatok, légierő, 170 éves a Magyar Honvédség), úgy a jövőben is sor kerül majd hasonlóra, immár modernizált tartalommal. Örömmel jelenthetjük be a tisztelt Olvasónak, hogy az utóbbi néhány évben a Magyar Tudományos Akadémia által mértékadó („B” kategóriás) folyóiratnak elismert Haditechnika tudományos szerepét tekintve is jelentős átalakuláson, fejlődésen ment keresztül, amelyet olyan mérföldkövek jellemeztek, mint a CrossRef DOI vagy az ORCID azonosítók bevezetése és a lap cikkeinek automatikus megjelenése a Magyar Tudományos Művek Tárában. A Haditechnika a honvédségi

szaklapok közül elsőként vezeti be az Open Journal System szerkesztőségi software-t, megteremtve ezzel a folyóirat cikkeinek nemzetközi láthatóságát. A megújuló szerkesztőségben Rojkó Annamária Dercsényi Dezső sajtódíjas szerkesztő, több tanulmány és ismeretterjesztő kötet szerzője – lapunk korábbi olvasószerkesztője – veszi át a szerkesztői feladatokat. A minőség iránti igényességet jelzi, hogy az új funkcióként megjelenő főszerkesztő Professzor Dr. Turcsányi Károly okl. ny. mérnök ezredes, az MTA doktora, míg az újonnan felállított Lektor Bizottság elnöke dr. Keszthelyi Gyula okl. ny. mérnök dandártábornok (PhD), a katonai-műszaki szakterület jeles képviselői. A Haditechnika tudományos-ismeretterjesztő folyóirat Szerkesztőbizottságának elnöke dr. Porkoláb Imre ezredes, a nemzeti fegyverzeti igazgató kutatás-fejlesztésért és innovációért felelős helyettese. A folyóirat hozzáférhetőségét és kutathatóságát növeli az az örömteli tény is, hogy a több mint 50 évnyi lapszám immár elérhető a Magyar Tudományos Akadémia REAL repozitóriumban. Az olvasó a jövő évben önálló weboldalon is elérheti majd a Haditechnikát, ami emellett továbbra is helyet kap majd a Facebook-on.

A SZERKESZTŐSÉG

A Haditechnika folyóirat szerkesztősége egyfajta tudományos műhely, amely mérnök-tisztekből, PhD fokozatos kutatókból, folyóirat-szerkesztési ismeretekkel és képzettséggel rendelkező szakemberekből áll, akik szakfolyóirat-szerkesztést, illetve könyvtár- és tudományometriai ismereteket tárgyaló tudományos konferenciákon fejlesztik szakismereteiket. Gyakran publikálnak is e témakörben (Katonai Logisztika 2018/1–2. és 2019/1–2. szám), vagy különféle haditechnikai témákról, emellett olyan tudományos szervezetek tagjai, mint a Tudományos Újságírók Klubja.

Az új felelős szerkesztő hivatásos honvédtiszt, repülőmérnök, PhD tudományos fokozat birtokosa, több mint 100 publikáció – köztük számos szakkönyv – szerzője, egyetemi oktató, NKE Katonai Műszaki Doktori Iskola és több tudományos társaság tagja, és immár 7 éve szerkeszti a Haditechnika folyóiratot.

Csapatunk az Olvasót és a Tudományt szolgálja, mint fél évszázada, úgy a jövőben is, megismertetve az Olvasóval a Haditechnikát, a Haza szolgálatában. Szerkesztőségünk továbbra is számít nagyszerű szerzői gárdájára, emellett nagy tisztelettel várjuk a fiatal, technológia iránt érdeklődő hadtudósok publikációit!

*Dr. Hegedűs Ernő mérnök alezredes (PhD)
a Haditechnika folyóirat felelős szerkesztője*

1. ábra. A Honvédség BTR 80-asainak nagyjavítása és korszerűsítése a HM Currus Zrt. telephelyén



Gyarmati József*

Az üzemfenntartás speciális katonai követelményei

BEVEZETÉS

A gépek és berendezések nem rendeltetésszerű használatuk esetén – például túlterhelés –, megnövekedett valószínűséggel veszítik el részlegesen vagy teljesen a betöltött funkcióikat, vagyis meghibásodnak. A gépeket üzemeltető szervezetek a meghibásodások számának csökkentésére

ún. megelőző jellegű tevékenységeket vezetnek be. A haditechnikai eszközök és alkatrészeik, üzemeltetésük során olyan fizikai, kémiai vagy biológiai változásokon mennek keresztül, amelyek eredménye még az előírt paraméterek melletti géphasználat esetében is a meghibásodás. A haditechnikai eszközök esetében nemcsak a hibamentesség a cél, hanem a hadrafoghatóság megőrzése és szinten tartá-

ÖSSZEFOGLALÁS: Az előre jól tervezhető és költséghatékony gépüzemeltetés alapfeltétele a megfelelően kialakított üzemfenntartási rendszer. Napjainkban egyre korszerűbb rendszerek irányítják a gépek fenntartásának egyes műveleteit. A vezérlésben jelentős szerep jut a diagnosztikának, és a vállalatirányítási rendszerbe integrált karbantartás-irányító számítógépes megoldásoknak. A korszerű karbantartási rendszereket mind szélesebb körben integrálják a vállalati hierarchiába. A cikk a tématerülethez tartozó fogalmak definíciójából, és a katonai üzemeltetés sajátosságaiból kiindulva azon feltételeket és követelményeket vezet le, amelyek a katonai üzemfenntartási rendszer kialakításához szükségesek.

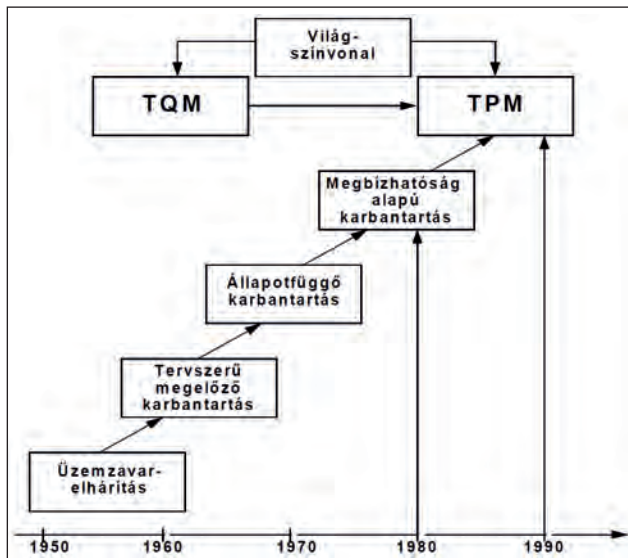
KULCSSZAVAK: üzemeltetés, üzemfenntartás, üzemben tartás, karbantartás, karbantartásszervezés, megbízhatóság

ABSTRACT: A prerequisite for well-planned and cost-effective operation of machines is a properly established maintenance system. Nowadays, more and more sophisticated systems control certain operations of machine maintenance. Significant players in the control are the diagnostics, and the computerized maintenance control integrated into the company management system. Modern maintenance systems are increasingly integrated into the company hierarchy. Based on the definitions of the concepts in the subject area and the specificities of military operation, this article sets out the conditions and requirements necessary for the establishment of a military maintenance system.

KEY WORDS: operation, maintenance, running, servicing, organization of servicing, reliability

* Okl. mk. alezredes (PhD) NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Haditechnikai Tanszék, tanszékvezető. ORCID: 0000-0001-7594-2383





2. ábra. A karbantartási rendszerek fejlődése

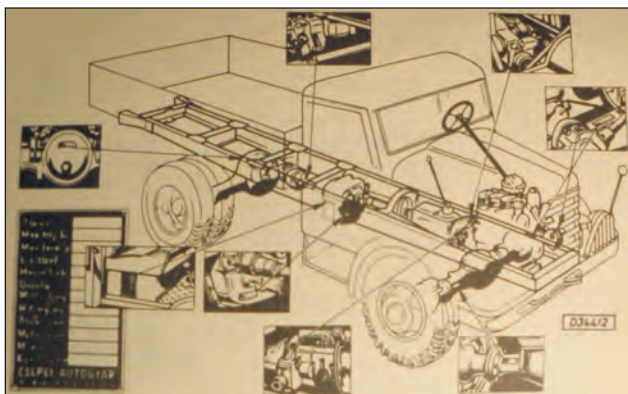
sa, ezért a katonai szervezetek is végeznek megelőző jellegű tevékenységeket, amelyeket a szakirodalom többsége összességében karbantartásnak nevez. A karbantartás segítségével csökkenthető a váratlan leállások száma, a meghibásodást követő elhárítás (javítás) költsége, és növelhető a megbízhatóság, a katonai szervezet esetében pedig a hadrafoghatóság.

A karbantartás sokrétű tevékenység, ami az üzemeltést végző szervezet több szintjét érinti. Az egyes szintekhez kapcsolódó feladatok egymásra épülnek és kapcsolatban állnak az üzemeltető szervezet többi alrendszerével. A karbantartási folyamatok elvégzése és azok irányítása ezért rendszerszintű szervezést és végrehajtást igényel.

A karbantartási rendszerek hatékony működése jelentős mértékben befolyásolja az üzemeltető szervezet fő tevékenységének minőségét, ennek következtében az elmúlt mintegy 60 évben a karbantartó rendszerek folyamatos fejlődését lehetett tapasztalni. A fejlődést foglalja össze a 2. ábra.

Az 2. ábra szerint az első rendszer (Üzemzavar-elhárítás) lényegében azt jelentette, hogy az eszközt a meghibásodásig üzemeltették, minimális megelőző jellegű tevékenységgel, például olajsínt ellenőrzése, esetleges utántöltés és csere. A nemzetközi szakirodalom ezt *Run to Failure* néven nevezi. A következő lépcső a *Tervszerű megelőző*

3. ábra. Karbantartás és javítás 1965-ből. A Magyar Néphadseregben is rendszeresített Csepel D 344-es tehérgépkocsi szerelését szemléltető tabló



4. ábra. A tervszerű megelőző javítás egy példája. A Mi helikopterek és MiG vadászgépek ipari nagyjavítása a tőkili Pestvidéki Gépgyárban az 1990-es évek elején

karbantartás (TMK, *Preventive Maintenance*). Ennél a rendszernél a karbantartások idejét üzemeltetési tapasztalatok alapján egy meghatározott üzemidő, üzemeltetési ciklus vagy futott kilométer segítségével határozták meg. A karbantartások idejét statisztikai-valószínűségelméleti úton határozták meg, ezt a módszert megbízhatóságelméletnek nevezi a szakirodalom (2, 3). Az alapvetően megbízhatóságelmélet alapú TMK alkalmazásával magas megbízhatósági szintet csak úgy lehetett elérni, ha jelentős üzemi tartalmékok maradtak a berendezésekben. Az elégséges megbízhatósághoz tehát nagyon sok olyan művelet tartozott, amely során még az üzemképességet megfelelő szinten biztosítani tudó alkatrész cseréje is megtörtént, ami magas költségeket vont maga után. A rendszer hibáját javította az állapotfüggő karbantartás, vagyis a diagnosztika. Ebben esetben a karbantartást az eszköz műszaki állapotának megfelelően végezték el. Az 1970-es és '80-as évektől folyamatosan fejlődő informatika és a vállalat vezetésben, szervezésben megjelenő új elvek hatására magasabb komplexitású karbantartási rendszerek jelentek meg, amelyek lényegesen túlnyúltak a ciklusszervezésen. Ezek a *Megbízhatóság alapú karbantartás (Reliability Centred Maintenance, RCM)* és a *Teljeskörű hatékony karbantartás (Total Productive Maintenance, TPM)* (4, 5). A különböző korszerű karbantartási technológiák alkalmazásához egyre több adat és információ vált szükségessé, amihez megfelelő informatikai támogatás kellett. Ez az igény hívta életre az ún. *CMMS rendszereket (Computer Maintenance Management System – Számítógépes karbantartás kezelő rendszer)* (6).

A karbantartás és annak szervezése olyan feladat, amely érinti az üzemeltető szervezet szinte valamennyi szintjét. Hatását tekintve pedig alapvetően befolyásolja a megbízhatóságot (hadrafoghatóságot) és a géphasználattal összefüggő költségeket.

A 2. ábra több korszerű karbantartási rendszert is ábrázol. Felmerül a kérdés, hogy ezen rendszereknek milyen katonai adaptációs lehetősége képzelhető el. A felhasználást megelőzően azonban ismerni kell, hogy egy katonai szervezet esetében a karbantartó rendszerrel kapcsolatban milyen általános és speciális követelményeket kell figyelembe venni. Melyek lesznek azok az alapvető szempontok, feltételek, követelmények, amelyek meghatározása a karbantartásszervezés kiindulását képezhetik.

A cikk első részében a meghibásodás törvényszerűségeinek alapjait foglaljuk össze, majd a második részében a területtel kapcsolatos és a téma feldolgozásához szükséges fogalmakat definiáljuk. Az egyes fogalmak definíciójának jelentősége abban rejlik, hogy a szakirodalom ebben a kérdésben nem egységes, valamint a katonai terminológia is tartalmaz eltéréseket. A harmadik részben a karbantartó rendszer speciális katonai követelményeit határozzuk meg.

A MEGHIBÁSODÁS ALAPTÖRVÉNYSZERŰSÉGEI

A meghibásodás a (2) szerint egy olyan esemény, amely során a termék elveszíti azt a képességét, hogy az előírt funkcióit betöltse. A definíciót tovább lehet pontosítani aszerint, hogy a gépeknek, berendezéseknek van egy előírt működési tartománya, ami fizikai paraméterek segítségével meghatározható. Ilyen például egy motor teljesítménye vagy egy mérőműszer pontossága. Ezen esetekben meghibásodásnak kell tekinteni azt az eseményt is, amikor a működőképesség ugyan megmarad, de a működést jellemző paraméterek az előírt határokon kívülre kerülnek. Megnő például a károsanyag-kibocsátás, vagy a műszer a saját előírt pontosságán kívül mér. A meghibásodás a kiváltó ok, a meghibásodás teljességének a mértéke, vagy időtartama szerint tovább csoportosítható. Az okoktól függetlenül maga a meghibásodás egy biztosan bekövetkező eseménynek tekinthető, amely statisztikai módszerekkel is leírható. A megbízhatóság-elméletben a meghibásodások bekövetkezését normál, exponenciális, Weibull-, és lognormális eloszlás segítségével írják le (3). Normál eloszlással bekövetkező meghibásodás sűrűségfüggvényét mutatja a 5. ábra.

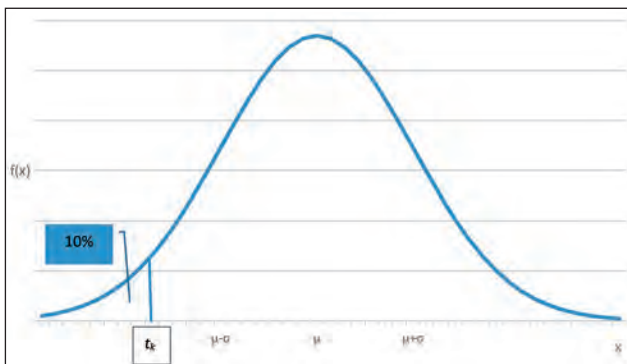
Egy alkatrész elhasználódása, amely a gép meghibásodását okozhatja, például kopás vagy anyagfáradás miatt, normál eloszlást mutat. Az alkatrész-elhasználódás miatti meghibásodás valószínűségét az (1) egyenlet segítségével lehet számítani, amennyiben a 5. ábra szerinti eloszlásfüggvény a megfelelő pontossággal ismert.

$$p_h = P(0 \leq \tau \leq t_k) = \int_0^{t_k} f(t) dt, \quad (1)$$

ahol p_h a meghibásodás valószínűsége t_k időpontig. Az alkatrész meghibásodásának a valószínűsége a t_k időpontig megegyezik a görbe alatti terület nagyságával 0 és t_k között. A függvény definiálásához szükséges az eloszlás, és annak paramétereinek az ismerete: $N(\mu, \sigma)$ vagyis a várható érték és a szórás. Az (1) egyenlet szerint a meghibásodás valószínűsége az üzemidővel növekszik és $t = \mu + 3 \cdot \sigma$ időpontig

$$P(\tau < \mu + 3 \cdot \sigma) = 0,997 \quad (2)$$

5. ábra. Normál eloszlás sűrűségfüggvénye



valószínűséggel következik be. A függvény szerint tehát csak valószínűsíteni lehet a meghibásodást. Ennek komplementer eseménye, hogy az eszköz addig nem hibásodik meg. A meg nem hibásodás valószínűségét t_k időpontig a 5. ábra és az (1) egyenlet segítségével lehet meghatározni:

$$p_{\bar{u}} = p(\tau \geq t_k) = \int_{t_k}^{\infty} f(t) dt \quad (3)$$

ahol $p_{\bar{u}}$ a meg nem hibásodás valószínűsége t_k időpontig. Katonai alkalmazásban a $p_{\bar{u}}$ értékét legalább 0,9-re kell venni, ami azt jelenti, hogy az eszközök legalább 90%-a üzemképes. Ebben az esetben olyan karbantartási időpontot kell választani, ahol a $p_{\bar{u}} = 0,1$ és a meghibásodás valószínűsége 10%. A 5. ábra mutatja ezt a pontot, ami jól láthatóan a μ várható értéktől jóval balra helyezkedik el, és olyan alkatrész cseréjét is maga után vonhatja, ahol még jelentős az üzemi tartalék.

A karbantartási ciklusidő kiválasztása tehát jelentősen befolyásolja a költségeket. Amennyiben növekszik a ciklusidő, vagyis a karbantartásokat ritkábban hajtják végre, akkor csökken a karbantartások költsége, nő azonban a váratlan meghibásodások száma, és ezek költsége. Ez felveti azt a gondolatot, hogy a hadrafoghatóság mellett célszerű a költséghatékonyság szerint is megvizsgálni a ciklusidők meghatározását.

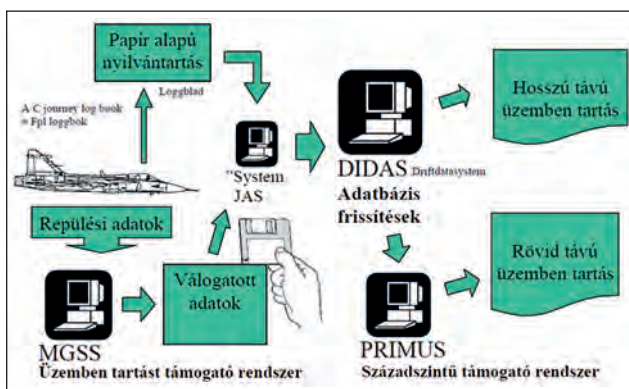
A gazdaságossági megközelítéshez ismerni kell az ide vonatkozó költségösszetevőket. A váratlan meghibásodás költségei három csoportba oszthatók:

1. A hiba elhárításának közvetlen költségei:
 - a) munkadíj;
 - b) anyagköltségek;
 - c) szállítási költségek.
2. A meghibásodás közvetett költségei:
 - a) másodlagos károk elhárításának költségei;
 - b) sérült személyek rehabilitációjának költségei;
 - c) perköltségek.
3. A meghibásodás miatt a termelésből (kiképzésből) való kiesés költségei:
 - a) sérülések miatt a munkaerő kiesésének költségei;
 - b) a gép termelésből (kiképzésből, feladatvégrehajtásból) történő kiesés költsége.

A karbantartások költségei:

1. Közvetlen költségek:
 - a) munkadíj;
 - b) anyagköltségek;
 - c) amortizáció;
 - d) szállítási költségek.
2. Közvetett költségek:
 - a) szállítási költségek;
 - b) a gép termelésből (kiképzésből, feladatvégrehajtásból) történő kiesésének a költsége.

Összességében tehát a meghibásodás, megelőző jellegű tevékenység nélkül egy biztosan bekövetkező eseménynek tekinthető, amelynek több költségösszetevője van. Ennek megelőzése vagy a számuk, illetve a hatásuk csökkentése érdekében bevezetett tevékenységeknek szintén több költségösszetevőjük van. A váratlan meghibásodás jelentős mértékben megnehezíti a géphasználat tervezését, hiszen előre csak rosszul, pontatlanul valószínűsíthető, hogy mennyi eszköz lesz működőképes egy meghatározott időintervallumban. Ez pedig, figyelembe véve az eloszlásokhoz tartozó szórások esetlegesen magas értékeit, akár az előre betervezett feladatok elégtelen végrehajtását vagy a végrehajtás elmaradását vonhatja maguk után. Katonai üzemeltetés esetében ez alapvetően befolyásolja a kiképzés minőségét, súlyosabb esetekben pedig a honvédelmi feladatok ellátását.



6. ábra. A svéd Saab Gripen vadászgépnél már a tervezésekor fontos szempont volt a hálózathoz kötött számítógépes karbantartás-kezelő rendszer alkalmazása. A Magyar Honvédságban szolgáló Saab JAS 39 EBS HU-k üzemeltetése és karbantartása is ennek a szoftvernek a felhasználásával történik

A meghibásodás tehát egy olyan esemény, amely:

- magas közvetlen és közvetett költségekkel rendelkezik;
- befolyásolja a géphasználat, vagyis az üzemeltetés tervezését;
- befolyásolja a gépet üzemeltető szervezet működésének a minőségét.

Következmény lehet a gépet használó intézmény vagy gazdasági társaság számára a cég feladatrendszerének ellátásában bekövetkező komoly hiányosság. Katonai szervezet esetében ez hiányos vagy akár elégtelen kiképzést is eredményezhet, ami a katonai szervezet harcalképességét is komoly mértékben befolyásolhatja.

ALAPFOGALMAK

A gépek előírt paraméterek szerinti működőképességét több tényező befolyásolja. Az MSZ IEC 50 ezt a megbízhatóság fogalmával definiálja. A szabvány szerint a megbízhatóság a használhatóság és az azt befolyásoló tényezők leírására szolgál. A használhatóság a termék azon képessége, hogy

az előírt funkcióit egy adott időszakaszban ellátja, de ehhez feltételeket szab, amelynek értelmében a funkciók betöltéséhez szükséges külső erőforrások a rendelkezésre állnak. A feltételek a hibamentesség, a karbantarthatóság, és a karbantartásellátás. A szabvány megemlíti a karbantartást, amelyet a szakirodalom nem egységesen definiál, jelen esetben karbantartáson azon megelőző jellegű tevékenységet kell érteni, amelyet a hibamentesség szinten tartása érdekében végeznek.

Ahhoz tehát hogy egy eszköz az üzemeltetési (katonai) célokból fakadó elégséges megbízhatósággal rendelkezzen, nem elegendő magának az eszköznek a vizsgálata. A vizsgálatnak a következőkre kell kiterjednie.

- Az eszköz műszaki tulajdonságaira:
 - milyen élettartamot garantál a gyártó, és ezt a terméket milyen valószínűséggel teljesíti;
 - hogyan lehet előre jelezni az egyes alkatrészek elhasználódását (a diagnosztika alkalmazhatóságának a mértéke);
 - milyen műszaki összetettségűek az egyes megelőző jellegű tevékenységek (elhasználódott alkatrész cseréje, kenőanyag csere, beállítások).
- A megelőző jellegű tevékenységet végző szervezetre:
 - karbantartó személyzet megléte és felkészültsége;
 - karbantartáshoz szükséges felszerelés megléte;
 - kommunikáció a termék gyártójával és felhasználójával.
- Az eszközt üzemeltető szervezetre:
 - az eszközzel kapcsolatos képzési rendszer minősége;
 - az eszközt használók felkészültsége;
 - az eszköz használat tervezésének minősége;
 - az eszköz használatra vonatkozó előírások betartásának fegyelme;
 - a karbantartási folyamatok illesztésének a minősége és szintje a szervezet belső szabályozási rendszerében;
 - informatikai rendszer minősége.

A felsorolásból látható, hogy a megbízhatóság összetett, és nagyon sok tényezőtől függ. A felsoroláshoz kiegészítésként még hozzá kell adni, hogy a karbantartást végző szervezet lehet az üzemeltető szervezet része, de lehet külső is. Alkalmazható a kettő kombinációja is, amikor a karbantartást egy meghatározott technológiai szintig az üzemeltető és egy adott szint után pedig egy erre szakoso-

7. ábra. Az ábrán a Magyar Honvédség MAN TGS 40.540 6x6 BBS MIL vontatója Goldhoffer STZ-H 6 nehéz félpótkocsival. A 74 000 kg teherbírású szerelvény a rendszeresítés alatt álló Leopard 2-es harckocsi és PzH 2000 önjáró löveg is gazdaságosan szállítható



dott külső cég valósítja meg. A karbantartást végző szervezet kiválasztásánál (saját vagy külső) figyelembe kell venni a következő szempontokat azzal a kitételrel, hogy a gépkezelőnek mindig van valamilyen karbantartási feladata, például a tisztítás és az igénybevétel előtti ellenőrzés.

A karbantartást (javítást) végző szervezet kiválasztásánál a következőket kell figyelembe venni:

- költség;
- állásidő (milyen gyorsan képes fogadni és mennyi idő alatt végzi el a szükséges műveleteket);
- kommunikáció (hány külső céggel kell tartani a kapcsolatot);
- tervezhetőség (több külső cég esetén hogyan lehet tervezni);
- a karbantartás külső helyszínre helyezése mennyire veszélyezteti az üzemeltető szervezet céljait.

A megbízhatóság tehát rendszerszinten vizsgálándó feladat, amelyhez az idetartozó rendszerszintű fogalmakat kell definiálni.

A *komplex üzemfenntartás* a (7) szerint:

- az állóeszköz-gazdálkodás (aktiválás – üzemeltetés – selejtezés)
- karbantartás, karbantartás-irányítás
- a szinten tartó beruházások (állóeszközpótlás) funkciókban fogalmazható meg.

A (8) megkülönböztet *üzemben tartást* és *üzemfenntartást*. Az *üzemben tartás* felosztható:

- megelőző jellegű tevékenységekre és
- elhárító jellegű tevékenységekre.

A megelőző jellegű tevékenységeket a még működőképes eszközökön végzik azzal a céllal, hogy a váratlan meghibásodások valószínűségét csökkentsék, illetve egy előre meghatározott szintre állítsák vissza. Ezt nevezzük karbantartásnak és megelőző javításnak. A tevékenység során általában statisztikai adatokra támaszkodva végzik el a különböző alkatrészek, kenőanyagok cseréjét és a gép, illetve berendezés működési paramétereinek ellenőrzését, beállítását.

Az elhárító jellegű tevékenységet működésképtelen eszközön végzik azzal a céllal, hogy a hibamentességet újra elérjék. Ezek nevezzük javításnak.

Az üzemfenntartás a (8) szerint magába foglalja a haditechnikai biztosítást lehetővé tévő:

- technikai;
- gazdálkodási és
- adminisztratív feladatokat.

Az üzemfenntartást tehát egy tágabb fogalomként kezelik, amelynek része az üzemben tartás, amely a karbantartást, mint megelőző jellegű tevékenységet, és a javításokat, mint elhárító jellegű tevékenységeket foglalja magába (8).

A ([8] 2. old.: 206.) az üzemfenntartást és a karbantartást egyszerre kezeli, csak a karbantartás fogalmát definiálja műszaki és adminisztratív tevékenységként, amelynek célja, hogy a gépeket és berendezéseket az előírt funkciójának teljesítésére alkalmas állapotban megtartsák, illetve ebbe az állapotba visszaállítsák. Ebben a megfogalmazásban az üzemfenntartás fogalma részben fedi a (8) szerinti definíciót, azzal a kitételrel, hogy a (8) az üzemfenntartást a karbantartástól külön definiálja, és a gazdálkodási feladatokat is idetartozónak veszi.

A vizsgálat alapvetően a katonai szervezetek megbízhatóságára vonatkozik, ezért a továbbiakban az üzemfenntartás és az üzemben tartás (8) szerinti értelmezését vesszük figyelembe.

A további rendszervizsgálat a katonai szervezet megbízhatóságát meghatározó, egyben komplexebb fogalomra, az üzemfenntartási rendszerekre fókuszál.

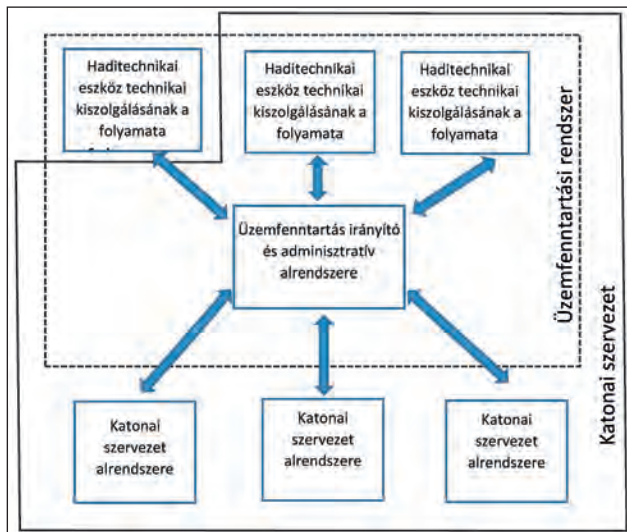
A KATONAI ÜZEMFENNTARTÁS

Az üzemben tartás a kiválasztott definíció szerint csak a karbantartásokat és a különböző szintű javításokat foglalja magába, míg az üzemfenntartás egy tágabb fogalom, amely magába foglalja az üzemben tartást és az ezzel kapcsolatos egyéb technikai, szervezési és adminisztratív tevékenységeket, valamint a gazdálkodási tevékenységeket is. A rendszervizsgálat során tehát a komplexebb üzemfenntartást kell tovább vizsgálni. A vizsgálat további célja azon katonai követelmények összeállítása, amelyek a katonai képességek eléréséhez és elégséges szinten tartásához alkalmas üzemfenntartási rendszerre vonatkoznak.

A követelményekhez a katonai üzemeltetés igényein keresztül lehet eljutni. A katonai üzemeltetés nem állandó intenzitású. A kiképzési, illetve felkészülési időszakban jellemző az üzemeltetés alacsony mértéke. Gépjárművek esetén ez éves szinten, eszközönként a civil haszonjárművek futásteljesítményének tizedét-századát jelenti. Az egyes eszközök futásteljesítményeinek a szórása azonban jelentős lehet. Minősített időszakban az üzemeltetés mértéke akár nagyságrendekkel is megnőhet. Fontos katonai jellemző, hogy az üzemeltetés mennyiségi növekedésére vonatkozó igény nem minden esetben jelezhető előre. Tudni lehet, hogy mikor lesz katonai gyakorlat, ami szintén megemeli a géphasználat mennyiségét, de előre nem tudható, hogy a minősített (éles) helyzetek mikor következnek be. Az üzemfenntartási rendszernek tehát kezelnie kell egy alacsony és egy magas intenzitású géphasználatot is. Emellett, a korlátozott előrelátás miatt kezelnie kell azt a szituációt, amikor ismert időpontra és időintervallumra kell adott szintre emelni a megbízhatósági szintet. Ezen kívül rendelkeznie kell azzal a képességgel is, hogy a nevezett megbízhatósági szintet váratlan időpontban kell emelnie egy előre meghatározott szintre.

Egy katonai szervezet az eszközparkját tekintve rendkívül összetett. A rendszeresített és a feladatok ellátásához szükséges haditechnikai eszközök száma nagy, típusa sokféle. Az üzemfenntartási rendszernek tehát rendkívül sokféle eszköz kiszolgálását kell elvégeznie és a tevékenységet megszerveznie. Ez rögtön felveti a külső erőforrások igénybevételének lehetőségét, ami lehet például maga a gyártó vagy annak valamilyen karbantartást ellátó alvállalkozója. A korábbi definíció értelmében az egyes eszközök technikai kiszolgálása és a technikai kiszolgálás megszervezése nem azonos az üzemfenntartási rendszerrel, ez legfeljebb annak alrendszere lehet, amit illeszteni kell a főrendszerbe, vagyis a katonai szervezethez. Az üzemfenntartási rendszernek lényegében ezt az illesztést kell elvégeznie az alrendszerek összefogásával. Ezt mutatja a 8. ábra, amely szerint az üzemfenntartás szervező, vezető és irányító alrendszerének célszerűen a katonai szervezeten belül kell maradnia. Ezzel a megoldással ugyanis ez az alrendszer képes összefogni az egyes eszközök technikai kiszolgálásának és javításnak folyamatát. Egy szervezeten belül összpontosul az üzemfenntartással kapcsolatos információ, ami ennek megfelelően képes megfelelően kapcsolódni a katonai szervezet megfelelő alrendszereihez (alegység, logisztika, hadművelet, parancsnokság). Ennek megfelelően a katonai szervezet közvetlenül képes irányítani az üzemfenntartási rendszert, és az a megfelelő felhasználói (katonai) információk birtokában képes a saját alrendszereit vezetni a katonai szervezet érdekében és annak elvárásai alapján. Az egyes eszközök technikai kiszolgálását elvégezheti a saját katonai szervezet, de a követelményeknek megfelelő külső erőforrás is igénybe vehető.





8. ábra. Az üzemfenntartási rendszer elhelyezkedése a katonai szervezetben

A megbízhatóság fogalma segítségével további speciális katonai követelmények határozhatók meg az üzemfenntartási rendszer irányában. A megbízhatóság az MSZ IEC 50 szerint termék- és karbantartó szervezet függő. Az előírt megbízhatósági (hadrafoghatósági) szinthez tehát nemcsak megfelelő minőségű eszközre van szükség, amely a műszaki és gyártási-szerelési színvonalából adódóan csak elfogadható valószínűséggel hibásodik meg. Ahogy azt korábban tisztáztuk, a műszaki állapot idővel romlik, tehát bármely műszaki színvonalon előállított eszköz állapota

megelőző jellegű technológiák nélkül leromlik, vagyis karban kell tartani. A karbantartó rendszernek – mint az üzemfenntartási rendszer alrendszerének –, erre a megfelelő időben és megfelelő mennyiségben megfelelő erőforrásokat kell a rendelkezésére bocsátani. Katonai viszonylatban mindkét tényezőnek nagy jelentősége van. A katonai üzemeltetés jellegzetességei miatt, az üzemfenntartási rendszernek állandóan készen kell állnia a megnövekedett intenzitású üzemeltetés bekövetkezésének kezelésére. Az erőforrások rendelkezésre bocsátásának tehát adott időhatárokon belül kell megtörténnie.

Az üzemfenntartási rendszerrel kapcsolatban a következő általános célokat lehet megfogalmazni a ([8] 2. old. 203.) szerint:

- a megfelelő szintű megbízhatóság elérése;
- a váratlan meghibásodásokból eredő állásidők csökkentése;
- a karbantartások elvégzése miatti állásidők csökkentése;
- a költségek optimalása.

Az általános követelmények, valamint a speciális katonai igények alapján a katonai szervezetek esetében az üzemfenntartási rendszerre vonatkozó követelményeket a következőképpen lehet összefoglalni:

- A rendszer legyen képes azt a megbízhatóságot biztosítani, amely a katonai szervezet előírt feladatai végrehajtásához minimálisan szükséges:
 - legyen képes az eszközök állandó megbízhatóságát produkálni;
 - legyen képes egy adott feladat elvégzésére akár emelt szintű megbízhatóságot produkálni.
- A rendszer illeszthető legyen a katonai szervezet jogi és belső szabályozási rendszerébe:

9. ábra. A Magyar Honvédség 20 darab Airbus H145M helikoptert rendszeresít. A típus polgári változatát széles körben használják a civil szolgálatok is, így célszerű lehet az üzemeltetési és karbantartási tapasztalatok megosztása. (A H145 típusról készült angol nyelvű ismertető)

H145

ONE PLATFORM FOR A FULL RANGE OF MISSIONS

Superior power, advanced mission equipment, small footprint and large cabin size – the H145 is perfectly suited for a multitude of operations.

DIMENSIONS

2.40 m
11.90 m

MILITARY

H145M – a versatile light battlefield helicopter

Quintessential for special operations, light attack, utility, MEDEVAC and surveillance missions.

- Pylon or gun-mounted weapons and sensor systems
- Low signature and high agility
- Night vision capability for special forces

COCKPIT

A modular cockpit for all variants incorporates three large displays and four touchscreens. It provides an intuitive, human-machine interface, improved situational awareness, enhanced flight profile and safety, and a superior field of view for both landings and take-offs.

BUSINESS

Maximum comfort and optimum working conditions

- Best comfort with a stylish interior and outstanding external visibility
- Air conditioning with independent control in cabin
- Available in Manoeuvring Band Style with water-tight system
- Leather

KEY FIGURES

- Cruise speed: 248 km/h
- Useful load: 1,731 kg
- Maximum range (at MTOW): 663 km
- Standard fuel tanks: 728 kg

EMS

Suitable for emergency missions and inter-hospital transport

Side approach on ground level when the engines and running through highways maintain and forward, shrouded tail rotor.

Quick and easy loading through sliding side doors and two large overhead doors.

The large cabin offers space for 1-2 stretchers, medical crew and equipment and provides full body access for treatment during the flight.

POLICE

Ready for operations day and night

- Quick role change capability for a wide range of applications such as patrol and surveillance, search and rescue and transport of special police forces.
- Observation and surveillance missions are supported by forward-looking infrared (FLIR) and day/night cameras, controlled by an operator who also handles communications and data exchange with ground-based police operations.
- High-resolution optical cameras and night-vision with a powerful searchlight.
- Enhanced Reality System.



10. ábra. A Magyar Honvédség 16 darab Airbus H225-ös helikoptert rendszeresít a Zrínyi 2026 program keretében. Az Airbus helikopter karbantartását fedélzeti diagnosztika segíti (OBD)



11. ábra. A katonai járművek igénybevétele békeidőben általában kisebb, mint a polgári eszközöké, minősített időszakban viszont az üzemeltetés mértéke akár nagyságrenddel is megnövekedhet. A képen BTR 80A motorcseréje látható tábori körülmények között

- a tervezhetőség és az eredményes végrehajtás érdekében az üzemfenntartási rendszer irányításával kapcsolatos feladatok legyenek hozzárendelhetők a parancsnoki hierarchia különböző szintjeihez;
- az üzemfenntartásba minél szélesebb kört vonjanak be;
- a katonai szervezet legyen képes az üzemfenntartási rendszer valamennyi elemét parancsnoki utasításos, vagy szerződéses úton elérni.
- A rendszer legyen képes kielégíteni a katonai szervezet üzemeltetés-tervezésre és az eszközök elérhetőségére vonatkozó igényeit;
- a rendszer az erőforrásait megfelelő garanciákkal legyen képes a katonai szervezet rendelkezésére bocsátani;
- a katonai igények szerint rendelkezzen megfelelő rugalmassággal.
- A rendszer legyen rugalmas:
 - a rendszer az erőforrásait a katonai igényeknek megfelelően legyen képes rendelkezésre bocsátani.
- A rendszer legyen költséghatékony.

Az üzemfenntartási rendszert tehát négy szempont szerint lehet jellemezni:



12. ábra. Készültségi szolgálatban lévő Gripen riasztást követő felszállása. A magyar légierő a NATO egyesített légvédelmi rendszere (NATINADS) 24 órában tart légvédelmi készültségben Gripen géppárt. A feladat elvégzéséhez magas megbízhatósági szint tartozik



13. ábra. A NATO nehéz légiszállító ezred magyar felségjelű C 17-es szállító repülőgépének nagy méretű függőleges vezérsíkját emelőkosaras kocsival ellenőrzik az új pápai hangárkomplexumban. A fedett, klimatizált épület és a speciális berendezések költséghatékonyabbá tették a nehéz szállító repülőgépek üzemeltetését, mert a karbantartási munkálatokra nem kell az Egyesült Államokba repülni

- a szolgáltatott megbízhatóság;
- illeszthetőség;
- elérhetőség;
- költséghatékonyság.

ÖSSZEFOGLALÁS

Összefoglalásként megállapítható, hogy egyértelműen meghatározhatók az üzemfenntartási rendszerre vonatkozó speciális katonai követelmények. Ezen követelmények alapvetően a változó intenzitású és a váratlan katonai feladatokból adódó, előre nem tervezhető gépüzemeltetésből fakadnak. Következő fontos katonai specialitás a katonai szervezeteknél használatban lévő nagy típusmennyiség. Egy katonai szervezet valamennyi rendszeresített haditechnikai eszközére vonatkozó üzemfenntartási feladatot nem tudja feltétlenül ellátni. Ennek az oka a nagy típusmennyiség, amelynek a technikai kiszolgálására és egy meghatározott szintű javítására alkalmas kiszolgáló apparátus rendkívül költséges, és egyes kis darabszámban rendszeresített eszközöknél alacsony kihasználtságú



lenne. Ebből adódóan látni kell, hogy külső erőforrások igénybevitelére szükség van. A külső erőforrásoknak viszont meg kell felelniük azon katonai követelményeknek, amelyek a katonai üzemeltetés sajátosságaiból adódnak. Az üzemeltetés katonai igény szerinti biztosítása ugyanis alapvető feltétele a katonai feladatok (harc, békétámogató, katasztrófaelhárító és humanitárius) ellátásának.

Ezeket a feltételeket speciálisan kialakított katonai üzemfenntartási rendszer segítségével lehet végrehajtani. A rendszernek a katonai szervezet egyik alrendszerének kell lennie, ugyanis ez fogja biztosítani a megelőző és az elhárító jellegű tevékenységek katonai igények szerinti megszervezését.

IRODALOM

1. Kövesdi J., Erdei J., Tóth Zs., Eigner P., Jónás T.: *Kockázat és Megbízhatóság*. BMGE GTK Menedzsment és Vállalatgazdaságtan Tanszék, Oktatási segédlet 2010.;
2. Gaál Zoltán és Kovács Zoltán: *Megbízhatóság, karbantartás*. Veszprém, Veszprémi Egyetemi Kiadó, 1998.;
3. Schaefer, Eugen: *Megbízhatóság az elektronikában*. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1983.;
4. Murthy, D.N.P., Atrons, A. és Essleston, J. A.: *Strategic maintenance management*, Journal of Quality in Maintenance Engineering: 2002., 8(4), 287–305. o. <https://doi.org/10.1108/13552510210448504>;
5. McKone, K.E., Schroeder, R.G. és Cua, K.O. *Total productive maintenance: a contextual view* Journal of Operations Management, 1999., 17(2), old.: 123–144. o. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(98\)00039-4](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(98)00039-4);
6. Wienker, M és Ken and Volkerts, Jacques. *The Computerized Maintenance Management System an Essential Tool for World Class Maintenance* Procedia Engineering, 2016., 138. old.: 413–420. o. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.02.100>;
7. Falmann László és Cs. Nagy Géza: *Üzemfenntartás*. Pécsi Tudományegyetem, Pollack Mihály Műszaki Főiskolai Kar, Gépszerkezettan tanszék, 2004.;
8. Szabó József (szerk): *Magyar Hadtudományi Lexikon*. Budapest, MHTT, 1995.;
9. Péczely Csaba: *A karbantartás-menedzsment korszerű irányzatai és módszerei*. 2009. 5. Magyar Grafika 2009. 5. 12–16. o.

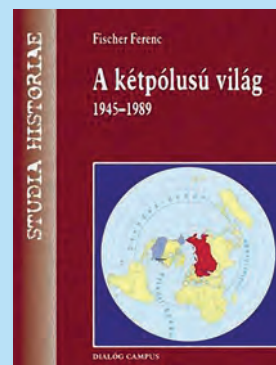
Fischer Ferenc

A kétpólusú világ 1945–1989

A Dialóg Campus Kiadó a Nemzeti Közzolgálati Egyetem kiadójaként jelentette meg 2014-ben Fischer Ferenc: *A kétpólusú világ* című hiánypótló biztonságpolitikai monográfiáját. Prof. dr. Fischer Ferenc történész, az MTA doktora, a PTE BTK Történettudományi Intézet igazgatója, az ezredforduló után a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetemen szervezett vezérkari tanfolyamok rendszeres előadója. A könyv szakszerűen idézi fel a kelet-nyugati hidegháborús konfrontációt, illetve a nem csak európai szinten zajlott szovjet–amerikai rivalizálást, a bipoláris világ születésének részletes leírását adva. Haditechnikai szempontból is rendkívül figyelemre méltó a levegőben, a víz alatt, a szárazföldön és az űrben folytatott széleskörű fegyverkezési és atomtűz-erő verseny főbb állomásainak ismertetése. A hadiipari csúcstechnológia: az atom-tengeralattjárók, szuperszonikus vadász- és bombázó repülőgépek, az interkontinentális rakéták és a gázturbinás harckocsik, illetve a cirkáló robotrepülőgépek és a lopakodó repülőgépek világa ez. A minden addiginál magasabban repülő, tehát vadászgépekkel elfoghatatlan U-2-es kémrepülőgépek és az azokat lelövő, minden korábbinál nagyobb hatómagasságú, lokátor-vezérelt légvédelmi rakéták világa, amelyet a csillagháborús korszak űrfegyverkezési hulláma zárt le. Vietnám világa ez a helikopteres légmozgékonyosság megjelenésével, és az arab–izraeli háborúk világa, az esetenként Kurszkhöz fogható méretű harckocsicsatákkal. Méltán válthatja ki mindez a Haditechnika olvasóinak figyelmét. A kötet bővebben tárgyalja a hadtudományhoz szervesen kötődő geopolitikai, geostratégiai, hadászati, haditengerészeti kérdéseket, illetve az Európán túlmutató globális katonapolitikai és diplomáciai összefüggéseket is. A könyv első fejezete az 1941 és 1947 közötti eseményeket tárgyalja az „elbai kézfogástól” a Truman-doktrína létrejöttéig. A nagyhatalmak helyzetének elemzése mellett a könyv kitekint a gyarmati rendszer szétesésére és a „harmadik világ” születésére is. A második fejezet a „klasszikus” hidegháború korszakát tárgyalja 1947 és 1962 között. Ez a korszak a karibi rakétaválságig húzódott, és már-már atomháborúval fenyegette a világot. A harmadik fejezet a „békés egymás élés” korszaka felé haladásról, az átmenet éveiről tudósít 1962 és 1969 között. A negyedik fejezet az enyhülés korszakával foglalkozik, egészen 1975-ig. Az ötödik fejezet az enyhülés megtorpanásáról tudósít, egészen a „kis hidegháború” időszakáig (1979–1985), erre leginkább a Szovjetunió afganisztáni intervenciója adott okot. Ekkor már pattanásig feszült helyzet alakult ki Európában is: vajon a Szpechnaz diverziós egységekkel és gépesített légideszantokkal támogatott szovjet hadműveleti manővercsoportok jutnak-e el elsőként Párizsig, vagy az USAF A-10-es csatarepülőgépei és AH-64-es csatahelikopterei kerülnek fölénybe a szovjet harckocsiaráddal szemben? És eközben kitör-e az atomháború? Az utolsó két fejezet – Gorbacsov peresztrojikájától a berlini fal leomlásáig, illetve a szovjet birodalom széthullásáig – a bipoláris világ 1989-es széteséséig követi és elemzi az eseményeket. A könyvben forrásjegyzék – dokumentumgyűjtemény – is található, valamint a számos fekete-fehér ábra, illetve színes térképtábla, történelmi atlaszként segíti a hidegháború történetének megértését. A monográfia magas színvonalára jellemző, hogy a vezérkari tanfolyamok kötelező olvasmányává vált.

A 456 oldalas, 8500 Ft-os árú cérnafűzött, keménytáblás A/4 formátumú kötetben több, mint 250 térkép és ábra, valamint 60 színes tábla segíti az események és összefüggések megvilágítását. Kapható a kiadó weboldalán (dialogcampus.hu) 20%-os kedvezménnyel.

(Dr. Hegedűs Ernő mk. alezredes)



Dr. Németh András* – Dr. Hegedűs Ernő** – Wippelhauser András*** – Simó Réka****

A katonai alkalmazású autonóm terepjáró járművek fejlesztésének egyes kérdései

I. rész

BEVEZETŐ GONDOLATOK

A közúti járművek kutatása során fontos irányt képvisel napjainkban a hibrid és tisztán villamos hajtások, illetve a kommunikációs megoldások fejlesztése, valamint az egyre magasabb fokú, végcélként pedig a teljes automatizáltság elérésére való törekvés. Az önvezető autó (autonomous car, robotic car, self-driving car) kifejezés alapvetően olyan gépjárművet takar, ami korlátozott emberi beavatkozás mellett, vagy anélkül, a különböző digitális technológiák, fejlett szenzortechnika és a számítástudomány vívmányainak felhasználásával képes balesetmentesen közlekedni közúti forgalomban. Érzékeli környezetének változásait, valamint különböző kommunikációs csatornákon keresztül információkat gyűjt a kiindulási és a célállomás közötti alternatív útvonalak forgalmi viszonyairól, illetve ezekhez adaptív módon alkalmazkodva navigálja önmagát. Ez lehetőséget teremt a rendelkezésre álló útfelület hatékony kihasználására, a közlekedési dugók elkerülésére, valamint a balesetek valószínűségének minimálisra csökkentésére. Az önvezető járművek vezérléséhez számos érzékelő és korszerű navigációs rendszer, így például sztereo optikai szenzor (kamera), radar, lézerradar, GNSS (Global Navigation Satellite Systems) által szolgáltatott adatot használnak fel.

Az autonóm járművek alkalmazási lehetőségének elemzésekor szükséges az autonóm megoldások rétegeinek, a különböző értékelési, kategorizálási szempontok elkülönítése, amelyek alapján az adott járművek koncepciói elhatárolhatók, illetve különböző elvárások támaszthatók a járművekkel szemben.

Az autonóm járművek katonai alkalmazásától az előjárók elsősorban az élőerő veszteségeinek csökkenését várják el a különböző katonai, és a kapcsolódó támogató műveletek során. Az autonóm on- és offroad járművek a jövőben várhatóan alkalmazhatók lesznek a katonai feladatok legszélesebb spektrumában, akár közvetlen harci feladatok végrehajtása során is. Amennyiben sikerül elérni az autonómiának azt a szintjét, hogy a járművek fedélzetén egyáltalán nem lesz szükség személyzetre, illetve azokat nem is katonák szállítására használják, az ilyen eszközök tervezése során teljesen új szemléletet lehet majd követni, hiszen az élőerő megővése érdekében felhasznált szerkezeti elemek

és rendszerek nem korlátozzák majd a tervezési szabadságot. Ennek következtében teljesen új konstrukciós megoldások és funkciók megjelenésére is számítani lehet. A katonai célú autonóm járműveket egyfajta megközelítés szerint tehát három fő tevékenységi forma köré tudjuk csoportosítani, mint a személyszállítás (pl. harctéri csapatszállító, sebesültszállító, kutató-mentő járművek), logisztikai feladatok (pl. utánpótlás: fegyver, lőszer, üzemanyag, élelmiszer, ivóvíz, elhelyezési anyagok szállítása), illetve harc- és harci támogató járművek (pl. tűzérési eszközök, harcocsik, műszaki mentő, aknamentesítő, műszakizár-építő, felderítő, NBC Atom Biológia Vegyi szennyező anyag mentesítő járművek). Ennek megfelelően célszerű közös építési platformon kialakított járművekben gondolkodni, amelyek felépítménytől függően számos feladat végrehajtására képesek. Ugyanakkor feladatunként eltérő fejlesztési koncepcióra lehet szükség, amelyet az elvárt fizikai méretek és műszaki paraméterek is nagyban befolyásolnak.

Az önvezető eszközök tekintetében az egyik legfontosabb osztályozási szempont a jármű autonómiájának foka. A hadviselésben az autonóm járművek először a repülésben jelentek meg, itt az autonómia kifejezést korábban akár a távolról történő vezérlés képességére, illetve a kapcsolat megszakadása esetén az automatikus hazatérési funkcióra is használták. A mai értelmezésben azonban az autonóm járművel szemben támasztott követelmény a teljesen önálló tevékenység, humán interakció nélküli vezetés (közlekedés) lehetősége a közúti, vagy terepjáró (off-road) közlekedésben. Ennek megfelelően a jövőben építendő autonóm katonai, illetve harcjárművek egyik legfontosabb tulajdonsága lesz, hogy milyen mértékben képesek a fenti elvárásnak megfelelni, azaz mekkora az autonómiájuk mértéke.

Ezeknél a járműveknél is elképzelhető például az aktív humán interakcióval történő vezetési mód, ahol a kezelőszemélyzet biztonságos távolságból, de többé-kevésbé járművezető szerepkörben kezeli a járművet, mint egy drónoperátor a pilóta nélküli légi járművét (UAV – Unmanned Aerial Vehicle). Ennek a vezérlési módnak az egyik legnagyobb korlátja az, hogy a földön található tereptárgyak jelentősen megnehezítik az eszközzel történő kommunikációt, illetve vezérlését, és emellett fel kell készülni arra az

ÖSSZEFOGLALÁS: Az autonóm közúti és terepjáró (on- és off-road) katonai járművek fejlesztése a haditechnikai K+F+I egyik ígéretes területe lehet. A cikk – a polgári autonóm járműfejlesztésekre is kitérve – áttekinti a terepjáró autonóm katonai járművek fejlesztési eredményeit.

KULCSSZAVAK: autonóm jármű, on- és off-road jármű, kutatás-fejlesztés, innováció, UGV

ABSTRACT: Development of autonomous on-road and off-road military vehicles can be one of the promising fields of the military technological R&D&I. The article reviews results gained in development of autonomous off-road military vehicles and also mentions developments of autonomous non-military vehicles.

KEY WORDS: autonomous vehicle, on-road vehicle, off-road vehicle, research and development, innovation, UGV

* Örnagy, egyetemi docens, NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Elektronikai Hadviselés Tanszék. ORCID: 0000-0003-2397-189X

** Mérnök alezredes, PhD, NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Haditechnikai Tanszék/National University of Public Service. ORCID: 0000-0001-8457-5044

*** BMGE Mérnök informatikus mesterszak, ORCID: 0000-0001-6966-4217

**** NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar. ORCID: 0000-0003-0986-2363





1. ábra. A Magyar Honvédség tűzszerész felderítő robotja manipulátor karral. Fő feladatai: a katonai eredetű és improvizált robbanótestek hatástalanítása, valamint a tűzszerész felderítési tevékenység biztosítása (Fotó: Dr. Hegedűs Ernő)

eshetőségre is, hogy az összeköttetés teljesen megszakad, akár véletlen zavarok, akár szándékos zavarási tevékenység következtében.

A közvetlen vezérlésnél egy fokkal magasabb autonómia szintet jelent egy olyan irányítási modell, ahol a jármű bizonyos részfeladatok megoldását önállóan végzi, azonban döntési helyzetekben mérlegelést nem végezhet, a feladatok végrehajtásának tervezését nem képes elvégezni. Ez a gyakorlatban azt jelentheti, hogy a jármű egy megadott útvonalon egyedül képes haladni, megváltozott körülmények – például ellenséges járművek észlelése, nagy támadás elszívódása – esetén pedig kezelői beavatkozásra szorul.

Az autonómia legmagasabb fokán a jármű vezérlőrendszere képes a megadott kényszerfeltételeket kielégítő részletes tervek kidolgozására és végrehajtására, kezelői beavatkozás csak a feladat megfelelő leírásakor szükséges. Ilyen utasítás lehet például az ellátmány szállítása egy alegység vagy alakulat részére. Ebben az esetben az autonóm járműnek meg kell terveznie az odavezető útvonalat, és a lehető legbiztonságosabban, a végrehajtás során rejtve maradva, a megadott határidőn belül kell elérnie a célt. A járműnek kezelnie kell a terepviszonyok és a környezeti hatások megváltozását, ebben sem számíthat a kezelő segítségére. Az autonómia legmagasabb szintje, amikor teljes, nem jól definiált, feladatokat kell önállóan megoldania a járműnek, vagy járművek egy csoportjának (rajtechnológia). Ilyen feladat lehet például a kutatás-mentés, vagy felderítés. Az autonóm járművek ilyen esetben közösen is dolgozhatnak a kollektív intelligencia által biztosított képességek kihasználásával, a feladatok partícionálását maguknak kell elvégezniük, külső beavatkozás nélkül. Ilyen feladat lehet például egy területet részekre osztása és ily módon történő feltérképezése. Egyes feladatok esetén célszerű megoldás lehet, ha az autonóm járművek UAV-kat, vagy drónrajokat is felhasználnak céljaik elérése érdekében, amely különösen indokolt lehet például off-road igénybevételek során a pillanatnyi terepviszonyok felmérése, a 3D működési környezet modelljének előállítására.

Autonóm harc- és gépjárművek esetén a megbízható, redundáns kommunikációs csatornák biztosítása gyakorlatilag elengedhetetlen feltétele a rendszer működésének. Ez teszi lehetővé többek között azt is, hogy az ilyen eszközök integrációja megtörténhessen a jövő komplex, digitális hadszíntereibe, amelyekben a végrehajtott műveletek a szereplők közötti valós idejű információ-megosztáson alapulnak. Ennek tükrében a kommunikációnak többfajta formáját is megkülönböztethetjük. Egyrészt az autonóm járműnek szüksége lehet a kezelőszemélyzettől származó utasításokra a küldetés során, akár a cél idő közben törté-

nő megváltoztatása érdekében, vagy adott esetben a közvetlen irányítás átvételének lehetősége miatt. Emellett a harctér többi szereplőjével is szükséges az állandó összeköttetés fenntartása, akár az autonóm eszközök, szenzorrendszerek, akár humán alegységek irányába, ami alapját képezi a közös műveletek eredményes, hatékony és biztonságos végrehajtásának, akár folyamatosan változó körülmények között is. A komplex helyzetismeret kialakításának alapját a harcterről, a saját, az ellenséges, a semleges erők és a polgári létesítmények, eszközök és személyek pillanatnyi helyzetéről, illetve állapotáról megszerzett minél részletesebb, pontosabb információk rendelkezésre állása, valós időben történő feldolgozása, és a döntéshozatali rendszerbe történő automatizált becsatolása jelenti. Mindemellett szükség van „menedzsment jellegű” kommunikációra is, ami alatt az autonóm járművek és a műveletirányítói szint közötti csatornákat kell érteni. A különböző szintű és rendeltetésű kommunikációs csatornák minősége, megbízhatósága, illetve biztonsága alapjaiban határozza meg az ilyen rendszerek sebezhetőségét, vagy éppen ellenállóképességét.

Az autonóm járművek és a kezelőszemélyzet közötti összeköttetés jelentősége nagyban függ az autonómia fokától. Alacsony fokú autonómia esetén ennek a kapcsolatnak valós idejűnek kell lennie, gyakorlatilag szinte semmilyen késedelem nem fogadható el, ezért nagyon jó minőségű, biztonságos kapcsolatot várunk el. Minél magasabb az autonómia foka, annál kevésbé lényeges ennek a kommunikációs platformnak a minősége, mivel a valós idejű kommunikáció szükségessége a kezelőszemélyzettel csökken. Ugyanakkor teljesen soha nem nélkülözhető ez a szint, hiszen minden járműnek legalább a „küldetést” meg kell kapnia ahhoz, hogy elkezdhesse megtervezni annak végrehajtását.

Katonai műveletek során a résztvevő alegységek közötti kommunikáció rendkívül fontos az együttműködés feltételeinek biztosítása, a hatékony feladat-végrehajtás érdekében, ez azonban nem feltétlenül szükséges közvetlenül az autonóm járművek működéséhez. Az ilyen eszközök, vagy a kezelőszemélyzet döntéseinek minőségét ugyan nagyban befolyásolja a pontos, megbízható és aktuális információ a harctér állapotáról, ám az autonóm járművek képesek maradnak a tevékenységben való aktív részvételre a kommunikáció hiánya esetén is. Ez a jellegű információáramlás a harctéren rendkívül értékes, és még értékesebbé válik a jövőben az információk főként kialakítása során, ezért jelentősége nem lebecsülhető annak ellenére sem, hogy működés szempontjából nem feltétlenül van rá szükség.

A menedzsment jellegű kommunikáció szerepe kettős, egyrészt a művelet szempontjából fontos döntések meghozatalához szükséges adatokat és információkat hivatott továbbítani az előjáró irányába, másrészt az ezek alapján kiadott parancsok eljuttatásáért felelős a végrehajtói szintre. Ez a típusú kommunikáció rendkívül nagy hagyományokra tekint vissza, megjelenése csaknem egyidős a hadviseléssel. Az ilyen típusú összeköttetéseknek bár viszonylag alacsony forgalmat, és időszakszerűen kell csak lebonyolítania, rendelkezésre állásuk mégis kulcsfontosságú egy-egy küldetés sikere szempontjából még akkor is, ha bizonyos autonómia szint alatt az ezen áramló információkat csak a kezelőszemélyzetnek kell értelmeznie, így azok közvetlenül nem befolyásolják a jármű tevékenységét. Ide sorolhatjuk ugyanakkor a kooperatív feladatot végrehajtó autonóm járműcsoport azon döntéseinek kommunikációját is, amelyek műveleti célok elérésére irányulnak.

A fentiek alapján elmondható, hogy a jelenleg felhasználható vezetékek nélküli kommunikációs technológiák, platformok és szolgáltatások tulajdonságai, képességei alapvetően korlátozzák a katonai célú, műveleti, harci alkalmazás

lehetőségeit. Az autonóm működéssel összefüggő folyamatos kommunikáció rádiófrekvenciás kisugárzással jár, aminek felderítése, folyamatos megfigyelése lehetőséget teremt az alkalmazó szándékának, akár hosszú távú céljának a feltárására is, így az ellenük való tevékenység megkönnyítésére. Ez lehet akár szándékos zavarás, a rádióforrásokra indított tűzcsapás, vagy ami talán a legnagyobb veszélyt rejt magában, az autonóm eszközök feletti ellenőrzés átvétele, és tevékenységük alkalmazójuk ellen történő fordítása, ami a kiberhadviselés eszköztárának felhasználásával válik lehetségessé. (Érdekes kutatási terület lehet továbbá a GNSS rendszerektől való függés vizsgálata, illetve az ilyen infrastruktúráktól független navigációs megoldások kidolgozása.)

A polgári célú autonóm járművek esetén napjainkban alapvetően két rádiós hozzáférési megoldást használnak. Az IEEE 802.11p (DSRC – Dedicated Short Range Communications – kis hatótávolságú rádiókommunikáció) szabvány, ami az európai ITS-G5 szabványcsalád (Intelligent Transportation Systems – önvezető járműrendszerek), valamint az annak megfelelő amerikai szabványcsalád alapja. (Ez a neve alapján is nagyon hasonlít a WiFi-s hozzáférési megoldáshoz, ugyanakkor nem teljesen azonos vele). A másik a C-V2X nevű szabvány, ami a 3GPP által lett bejegyezve, és az 5G család része. Bár rövidítésében a „C” tag a Cellular szóra, azaz cellás rendszerű infrastruktúrára utal, használatához mégsem szükséges hálózati infrastruktúra kiépítése. Ez a szabvány nagymértékben hasonlít az LTE (4G) szabvány egyik uplink irányú üzenetéhez. (Ez időzítés-érzékeny megoldás, és működéséhez a GPS/GNSS rendszertől szükséges pontos idő-információt kapnia).

A terepen történő (off-road) alkalmazás feltételeinek megteremtése az autonóm járművek esetén azonban messze túlmutat a megfelelő felépítmény, futómű és hajtáslánc kialakításán, vezérlési, irányítási mechanizmusai is lényegesen bonyolultabb, összetettebb megoldásokat, és sokkal több bemeneti paramétert (szenzorhálózatok) igényelnek közötti társaikénál. A navigáció során a helyzetinformációkon kívül egyrészt a terep nagypontosságú térbeli (3D) ismeretére van szükség, másrészt többek között a felszín minőségére (mechanikai paraméterek, pl. megtartó képesség, sűrűlódási együtthatók), a növényzetre és a mesterséges objektumokra (műtárgyak) vonatkozó lehető legnagyobb mennyiségű egzakt információt kell begyűjteni (feldolgozni) a környezetből ahhoz, hogy a meghatározott küldetés minél alacsonyabb kockázattal legyen végrehajtható. (Érdekes kérdés lehet például, hogy miként lehet az ilyen járművek mozgását biztosítani különböző műszaki zárákkal, vagy csapdákkal nehezített terepen.)

A jövőben – a Zrínyi 2026 haderőfejlesztési program során – a Magyar Honvédség is kialakíthat egy tereppályát és egy kutatóbázist, megteremtve a katonai célú autonóm járművek – például harctéri robotok – vizsgálatának és fejlesztésének hazai bázisát a zalaegerszegi Autóipari Próbapálya Kft-nél.

A JÖVŐ KÖZÜTI JÁRMŰEI ÉS AZ AUTONÓM, AUTOMATIZÁLT IRÁNYÍTÁSTECHNIKA

Az első autonóm jármű 1977-ben Japánban gördült ki az útra. 1987-ben kezdődött egy újabb gépkocsi-automatizálási program, amely a Pan-European PROMETHEUS Project nevet viselte. 1995-ben az amerikaiak indítottak útnak részben autonóm irányítású járműveket „No Hands Across America Project” néven. AHS Demo '97 néven az Automatic Highway System húsz autonóm járművet mutatott be San

Diegóban, amelyeket adaptív sebességtartó és vészfékezés-szabályozóval (ACC – Adaptive Cruise Control) láttak el. Az ACC az elöl haladó jármű távolság- és sebesség adatainak ismeretében tartja vagy módosítja járművünk haladási sebességét. Utóbbi érdekében, radarmérésű távolság- és sebességelek alapján, hajtó-, illetve fékezőnyomatékokat fejt ki, a haladási sebesség módosítására. 2000 és 2002 között ADAS (Advanced Driver Assistance Systems – fejlett vezetéstámogató rendszer) néven, az EU folytatott eredményes kutatási programot közúti járművek érzékeléstechnikájának kifejlesztésére, és autonóm irányítású járműveken végzett kipróbálására. AHSRA Demo 2000 néven a japánok 38 buszon, teher- és személygépkocsin mutatták be a vezetői asszisztensek és irányítórendszerek ütközés bekövetkezését csökkentő hatását. 2000 és 2003 között a CHAMELEON programban próbálták ki az első akadálydetektáló radar, lézer és lézerszkenner rendszerek ütközés előrejelző hatását. Itt vezettek be először sávtartó eszközöket. A sávtartó, a sávhatárok megállapítását célzó, az adott sebességgel haladó jármű (kamerajelein) kormány-szög, fék- vagy gázpedálállás-változás hiányát mutató jelek felhasználásán alapuló, aktív (fékezést és/vagy kormányzást módosító) eszköz, beavatkozási képességgel.

2001 és 2004 között a franciák ARCOS (Research Action for Secure Driving – biztonságos vezetést támogató rendszer) néven folytattak autonóm járművekkel eredményes ütközéscsökkentést fejlesztő kísérleteket. 2001 és 2004 között, CarTALK 2000 néven az EU próbált ki a járművek egymás közötti automatikus kommunikációján alapuló, újfajta vezetői asszisztens rendszereket. Az autonóm, önvezető autó kifejlesztésén egymástól függetlenül több cég, így a Google, a Nissan és a Tesla Motors is dolgozik. A Nissan 2014 közepén úgy tervezte, hogy a cég által fejlesztett és 2014 eleje óta tesztüzemben működő önvezető Nissan Leaf-et 2018-ban kereskedelmi forgalomba hozza, amennyiben ennek jogi feltételeit meg lehet teremteni. A Daimler ugyanebben az évben 2025-re becsülte az önvezető kamionok piaci bevezetését, amivel jelentősen csökkenteni lehetne a hivatásos sofőrök fáradtságából eredő balesetek számát. 2014-ben hét vállalat kapott engedélyt San José városától (USA), hogy önvezető autót teszteljen a város erre kijelölt zónájában: ezek a Volkswagen/Audi, a Mercedes-Benz, a Google, a Delphi Automotive, a Tesla Motors, a Bosch és a Nissan. Hollandiában és Nagy-Britanniában 2015-től kísérleti jelleggel közlekedhetnek önvezető autók meghatározott közutakon is.

Napjainkban a Tesla Model 3 már működik önvezető módban. A Tesláknak még nem teljesen automatizáltak, de már számos, nagymértékben autonóm rendszert építettek beléjük. Autópályán képesek önállóan felvenni a forgalom ritmusát, fékeznek, ha autó van előttük, és vészmanővert is végrehajtanak, ha karambolt kell elkerülni. (A Teslát leszámítva ezek a funkciók csak akkor működnek, ha a sofőr fogja a kormányt.)

Magyarországon a BME Közlekedésautomatikai Tanszék kutatói már 2012-ben dolgoztak egy olyan aktív felfüggesztési rendszer tervezésén és UGV (Unmanned Ground Vehicle – vezető nélküli szárazföldi jármű) járműre implementálásán, amely lehetővé teszi, hogy nehéz terepen végighaladva a jármű felépítménye közel vízszintes helyzetben maradjon.

Gépkocsinál kisebb önjáró járművek – ipari és járőr robotok – fejlesztésével hazánkban is foglalkoznak. Az SG-MAX Informatikai Tervező Stúdió Kft. 2008-tól foglalkozik robotok fejlesztésével. 2010-ben fejlesztette ki az SG-MAX Kft. mobil robot prototípusát, a járőr robotot. A járőr robot egy mobil adatgyűjtő eszköz, amelynek elsődleges felada-



ta, hogy a hagyományos járőr vagy őrző-védő funkciót robottechnikával kiegészítse. A robot feladata, hogy egy adott területet folyamatosan felügyeljen (például egy kerítés mentén járőrszolgálatot teljesít), sztereo és hőkamerával a területet pásztázza. Mozgás észlelése esetén például különbséget tud tenni ember és állat között. Terepjáró képessége egy átlagos felhasználású motorkerékpárhoz hasonlít. Akár 15%-os lejtőn is képes mozogni, és 24 órás üzemben is folyamatosan működhet.

KATONAI TEREPJÁRÓ (OFF-ROAD) AUTONÓM JÁRMŰVEK, HARCIS ROBOTOK, UGV-K

A katonai fejlesztések sem maradtak el a polgáriaktól. A modern katonai UGV-k őse, a „Shakey” a DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) mesterséges-intelligencia-kutatás céljából állt üzembe 1968-ban, a Stanford Research Institute-ban. A következő állomás a DARPA által készített ALV (Autonomous Land Vehicle) volt, amely az 1980-as évek elején látta meg a napvilágot. A fegyverrel ellátott UGV az 1987–1988-as évek alakult ki, amelynek két projekt volt a zászlóshajója: a TMAP (Teleoperated Mobile Anti-Armour Platform – távirányítású önjáró páncéltörő-hordozó jármű) és a TOV (Teleoperated Vehicle – távirányítású jármű). A német haderő, a Bundeswehr 1980-ban, a müncheni egyetemen mutatta be önzvezető járművét. A német jármű úton elérte az óránként 100 kilométeres sebességet.

Az USA-ban 1990-ben az összes UGV-vel kapcsolatos kutatást a Védelmi Minisztérium alá rendelték, a projektek szervező, felügyelő és irányító testülete a Védelmi Miniszteri Hivatal lett. A minisztériumon belül pedig létrejött az UGV Programiroda.

2001-ben a DARPA katonai kutatóintézetben Demo III néven próbálták ki a vezető nélküli katonai járműveket. Az off-road versenyek azóta kétfévente ismétlődnek, változó helyszínekkel és érdeklődéssel, nagy benyomást téve a versenyen induló egyetemi csapatok fejlesztőire és a világ közvéleményére. Újabb lendületet adott a vezető nélküli gépkocsik fejlesztésének a DARPA, amely 2005-ben ismét off-road terepversenyt írt ki autonóm járművek számára. Az egyetemi fejlesztőcsapatok számos ötletet adtak a hasonló célú katonai járműfejlesztők számára. A terepjárók



2. ábra. Az amerikai TALON robot aknamentesítő (balra), illetve fegyverrel ellátott változatai (jobbra)

3. ábra. A SWORD harci robot. A telepített fegyverzet variálható: balra géppuska, jobbra páncéltörő rakéta



4. ábra. Az amerikai tengerészgyalogság által 2007-ben rendszeresített láncaltalpas harci robot, a Gladiator

messziről felismerhetők voltak nagyszámú környezeti érzékelőikről.

A 2000-től alkalmazott amerikai TALON fegyverrel ellátott, csapásmérésre is alkalmas. Az UGV egy méteresnél is kisebb, négy rakétát vagy hatszövü gránátvetőt, vagy egy M249-es géppuskát szállít. M204-es automata fegyverrel is felszerelték, valamint négy 66 mm-es rakétát, vagy hat 44 mm-es gránátot is képes szállítani. A „látását” négy kamera és két éjjellátó készülék biztosítja. Rádió-távirányítással városi környezetben nyolcszáz méteres a hatótávolsága. (2. ábra) A TALON-t 2000-ben vetették be először válságterületen Boszniában, ahol bomba-, illetve aknamentesítésben vettek részt. A robot páncéltörő rakétával és M24-es géppuskával felszerelt változatából 18 darabot szállítottak iraki területre. Afganisztánban is szolgálatba álltak; 2004-ig a TALON-t 20 000 esetben vetették be a két ország területén. 2005-ben a TALON átalakításából jött létre a SWORD (Special Weapons Observation Reconnaissance Detection System). (3. ábra)

Az amerikai tengerészgyalogság által 2007-ben rendszeresített láncaltalpas harci robot, a Gladiator, amely mindössze 750 kg tömegű, 1,75 méter hosszú, 1,12 méter széles és 1,35 méter magas, így könnyen szállítható egy helikopter belső terében is. A robot-harcjármű élőerő elleni fegyverrendszereket hordozhat a 12,7 mm-es nehéz géppuskáig bezárólag. A Gladiátor felszerelhető 7,62 mm-es M249 vagy M240G géppuskával, 9 mm-es UZI géppisztollyal, de akár rakétával is. (4. ábra)

A MULE (Multifunctional Utility/Logistics and Equipment Vehicle – Multifunkcionális logisztikai, műszaki és fegyveres robotjármű) UGV-család felfegyverzett tagja az XM 1219 ARV-AL páncélozott önzvezető robot-harcjármű, amelyet a közeljövőben kívánnak rendszeresíteni. A harcjármű fegyverzete egy 25, vagy 40 mm-es gépágyúból és négy TOW páncéltörő rakétából áll, így egyaránt alkalmas élőerő és páncélozott célok pusztítására.

Tömege 2,5 tonna, mérete lehetővé teszi a CH-47-es nehéz szállítóhelikopter belső terében, illetve UH-60-as közepes szállító helikopter függesztményeként végzett légi szállítást. A harcjármű 6x6 kerékképletű futóművét úgy alakították ki, hogy lépcsőmászó képessége elérje az 1 métert, illetve alkalmas legyen 40%-os emelkedő leküzdésére és 1 méteres árok áthidalására. (5. ábra)



5. ábra. A MULE XM 1219 ARV-AL páncélozott robot-harcjármű

A fejlesztés alatt álló járműcsalád további tagjai az XM1218 Countermine (aknamentesítő) robot, illetve az XM1217 Transport (szállító) önjáró jármű, amely sérültek mentésére is alkalmas. (6. ábra)



6. ábra. A MULE XM1217 szállító robotjármű, amely sérültek mentésére is alkalmas



7. ábra. A kerekes futóművű, dízel-elektromos hibrid meghajtású Jaeger 8 UGV harcjármű kételtű

A Jaeger UGV családnak két típusváltozata van: a 6x6 kerékképletű Jaeger 6 és a négytengelyes Jaeger 8, amely úszóképes. (7. ábra) A Jaeger 6 hosszúsága 2,4 méter, szélessége 1,45 méter. A jármű szerkezeti tömege 730 kg, emellett 250 kg-ig alkalmas hasznos terhelés (rendszeresített fegyverzet) szállítására. A 8x8 kerékképletű Jaeger 8 hosszúsága 2,9 méter, szélessége 1,6 méter. A járműveket hibrid hajtásrendszer működteti, amelynek részeként lítiumion-akkumulátorokkal, illetve dízel generátorral egyaránt rendelkeznek. A járművek 16 km/h sebességgel 4 órán át üzemelhetnek. Irányításuk kétféleképpen valósulhat meg: hordozható vezérlőegységgel, közvetlen rálátással, 1 km-en belül, vagy fél-autonóm navigációval (2D LiDAR, GPS navigáció, akadály felismerés).

Az Andros Titus UGV jármű (8. ábra) futóműve kombinált kerekes-lánctalpas kialakítású, ezáltal mozgékonyasága szélsőséges terepviszonyok között is megbízható, továbbá kiváló a lépcsómászó képessége. A BB 2590 akkumulátorteleppel táplált elektromos hajtás 12 km/h sebesség elérésére teszi képessé a járművet.

Hasonló, kombinált kerekes-lánctalpas kialakítású futóművel rendelkezik a szintén manipulátor-karral felszerelt Iguana E típusjelű UGV (9. ábra). Futómű-kialakításának köszönhetően nehezen járható terepen is mozoghat a jármű. A robotkar kinyújtva függőlegesen 2,8 méter, vízszintesen 1,8 méter távolságon működhet, és 10 kg súly emelésére képes. A jármű elemeinek többsége kompozitokból és titániumból készült. A lítiumion-akkumulátor 2 óra 30 perc működési időt tesz lehetővé 6 km/h sebesség mellett. Lejtő-

8. ábra. Az Andros Titus manipulátor-karral felszerelt UGV jármű futóműve kombinált kerekes-lánctalpas kialakítású



9. ábra. A manipulátor-karral felszerelt Iguana E típusjelű UGV



10. ábra. A Badger típusjelű lánctalpas UGV

mászó képessége 45°. Terhelbírása 20 kg. A vezérlőegység tömege 3 kg, az alkalmazott kamera 1920x1200 képfelbontású videofelvétel készítésére képes.

A teljesen autonóm Badger UGV szerkezeti tömege 180 kg, terhelhetősége 140 kg. Maximális sebessége 14 km/h. Meghajtásáról két elektromos motor gondoskodik, 48 V-os akkumulátorral. Mászóképessége 30°. Fegyverzete cserélhető. Vezérlése ellenőrző állomásról történik 1 km távolságból. (10. ábra)

(Folytatjuk)

FORRÁSOK

Autonóm gépkocsik. Jövő járműve – Autótechnika 2011. évi 1. sz. http://www.sze.hu/~jret/AJJ/AJJ_201112.pdf Letöltve: 2019.06.27;
Koleszár Béla: „Százföldi robottechnikai eszközök tervezésének és alkalmazásának biztonsági szempontjai.” Hadmérnök, IV. évf. 2. szám 2009. június hadmernok.hu/2009_2_koleszar.pdf Letöltve: 2019.06.27.;



Koleszár Béla: „A földi robottechnikai eszközök informatikai részegységeivel szemben támasztott speciális (terepi kivitelt igénylő) követelmények rendszerezése, elemzése.” Hadmérnök, IV. évf. 4. szám 2009. december; http://hadmernok.hu/2009_4_koleszar1.php Letöltve: 2019.06.27.;

Kucsera Péter: „Autonóm mobil szárazföldi robotok helyzete és alkalmazási lehetőségei a 21. században.” Bolyai Szemle 2006, XV. évf. 1. szám p. 204–217. <https://docplayer.hu/6550434-Autonóm-mobil-szarazfoldi-robotok-helyzete-es-alkalmazasi-lehetosegei-a-21-szazadban.html> Letöltve: 2019.06.27.;

Koleszár Béla: „Elképzelések a szárazföldi és légi robottechnikai eszközök jövőbeni kölcsönös együttműködéséről/szimbiózisáról.” Repüléstudományi Közlemények különszám 2008. április 11. http://epa.oszk.hu/02600/02694/00044/pdf/EPA02694_rtk_2008_01_Koleszar_Bela.pdf Letöltve: 2019.06.27.;

Dr. Porkoláb Imre: „Szervezeti innováció a Magyar Honvédségben: az ember-gép szimbiózisa a stratégiaelméletek tükrében.” Haditechnika, 2019. évi 1. szám. <https://doi.org/10.23713/HT.53.1.01>;

„Klaszter alakult az önzetű járművek hazai fejlesztésére” <https://trendfm.hu/cimlap/klaszter-alakult-az-onzeteto-jarmuvek-hazai-fejlesztese-9730> Letöltve: 2019.06.27.;

Kelemen Szilvia: „Logisztika – Robotzsaruk: ez már ma is a valóságot jelenti a felhasználók számára.” <http://gyartastrend.hu/logisztika/cikk/robotzsaruk> (2011. augusztus 10.) Letöltve: 2019.06.27.;

Nagy Dávid – Németh Balázs: „Terepjáró vertikális modellezése és irányítástervezése korszerű módszerekkel.” IFFK 2012 tudományos konferencia, Budapest, 2012. augusztus 29–31. BME;

Grimes, M., and Yann LeCun. “Efficient Off-Road Localization Using Visually Corrected Odometry.” 2009 IEEE International Conference on Robotics and Automation (May 2009). <https://doi.org/10.1109/robot.2009.5152880>;

Bouton, Nicolas, Roland Lenain, Benoit Thuilot, and Jean-Christophe Fauroux. “A Rollover Indicator Based on the Prediction of the Load Transfer in Presence of Sliding: Application to an All Terrain Vehicle.” Proceedings 2007 IEEE International Conference on Robotics and Automation (April 2007). <https://doi.org/10.1109/robot.2007.363141>;

Koleszár Béla: Földi robottechnikai eszközök konstrukciós és alkalmazási kérdései, különös tekintettel a békefenntartó missziók biztonságának növelésére. Doktori (PhD) értekezés, ZMNE KMDI, 2011.;

Kucsera Péter: Autonóm működésű szárazföldi robotok védelmi célú alkalmazása Doktori (PhD) értekezés, ZMNE KMDI, 2009.;

Mobile Detection Assessment and Response System (MDARS) <https://www.globalsecurity.org/military/systems/ground/mdars.htm>;

New UGV will Execute Multiple Purposes on Battlefield <https://i-hls.com/archives/76503>;

Menyhárt József: Felszíni villamos hajtású járművek és robotok (UGV) akkumulátorparaméter eltéréseinek vizsgálata Fuzzy logika és Support Vector Machine módszerekkel. OE Biztonságtudományi Doktori Iskola, Budapest, 2017.

Dr. Porkoláb Imre

A stratégia művészete

2019-ben jelent meg a HVG Könyvek gondozásában dr. Porkoláb Imre: *A stratégia művészete – Szervezeti innováció kiszámíthatatlan környezetben Szun-ce gondolatai alapján* című új kötete. Dr. Porkoláb Imre – a Nemzeti Fegyverzeti Igazgató kutatás-fejlesztésért és innovációért felelős helyettese – a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetemen, a Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem, a sandhursti Királyi Katonai Akadémián (RMAS – Egyesült Királyság), valamint a kaliforniai Stanford Egyetemen és az USA Haditengerészeti Posztgraduális Iskolájában szerzett hadtudományhoz és innovációhoz kötődő diplomákat, emellett elvégezte a Harvard Egyetem felsővezetői tanfolyamát is. Dolgozott a Pentagonban, részt vett az Iraki Szabadság hadműveletben. Erre a tudás- és tapasztalati bázisra alapozva írta meg könyvét, amelynek egyik fontos tartalmi pillére a szervezeti innováció, a másik pedig a stratégia, amelyet a szerző katonai és üzleti értelemben is tárgyal, értelmez. Dr. Porkoláb Imre a hagyományostól eltérő vezetést, a VUCA környezetben (Volatility – változékony; Uncertainty – bizonytalanság; Complexity – komplexitás; Ambiguity – többértelműség) sikeres változásmenedzsmentet, illetve a szervezeti átalakítás innovatív módszereit kutatja. E módszereknek az üzleti életben, illetve haderőfejlesztésben való alkalmazhatóságát egyaránt bemutatja a szerző. A monográfia Szun-ce ókori kínai író, filozófus és hadvezér tanításaira épülve mutat be egy olyan szemléletet, amely a legnagyobb hadvezéreket és vállalati vezetőket képessé tette arra, hogy felülkerekedjenek a napjaink hadviselésére és üzleti világára jellemző kaoszon. A könyv eligazítást nyújt a dinamikus változó környezetben folytonos megújulásra és innovációra törekvő szervezetek és a csúcsteljesítményt célul kitűző csapatok számára, és a való életből vett – gyakran hadtörténeti, illetve napjaink háborúiból vett – példái segítségével bepillantást enged napjaink legsikeresebb vezetőinek módszereibe. A könyv éppen idejében érkezett ahhoz, hogy elméleti szinten támogassa a Magyar Honvédség Zrínyi 2026 honvédelmi és haderőfejlesztési program során lezajló átfogó szervezeti, haditechnikai és doktrinális transzformációját, választ adva arra a kérdésre, hogy napjaink gyorsan változó környezeti feltételei között hogyan kell megújulnia egy olyan komplex szervezetnek, mint a haderő.

A 240 oldalas, keményborítású kötet 4200 forintos áron kapható.

(Dr. Hegedűs Ernő mk. alezredes)



Bognár Eszter Katalin*

A magyar határkerítés korszerűsítése felügyelet nélküli szenzorhálózatok alkalmazásával

II. rész

INNOVATÍV TECHNOLÓGIÁK A NEMZETI HATÁROK BIZTONSÁGÁNAK NÖVELESE ÉRDEKÉBEN – SZENZORRENDSZEREK A HATÁRVÉDELMBEN

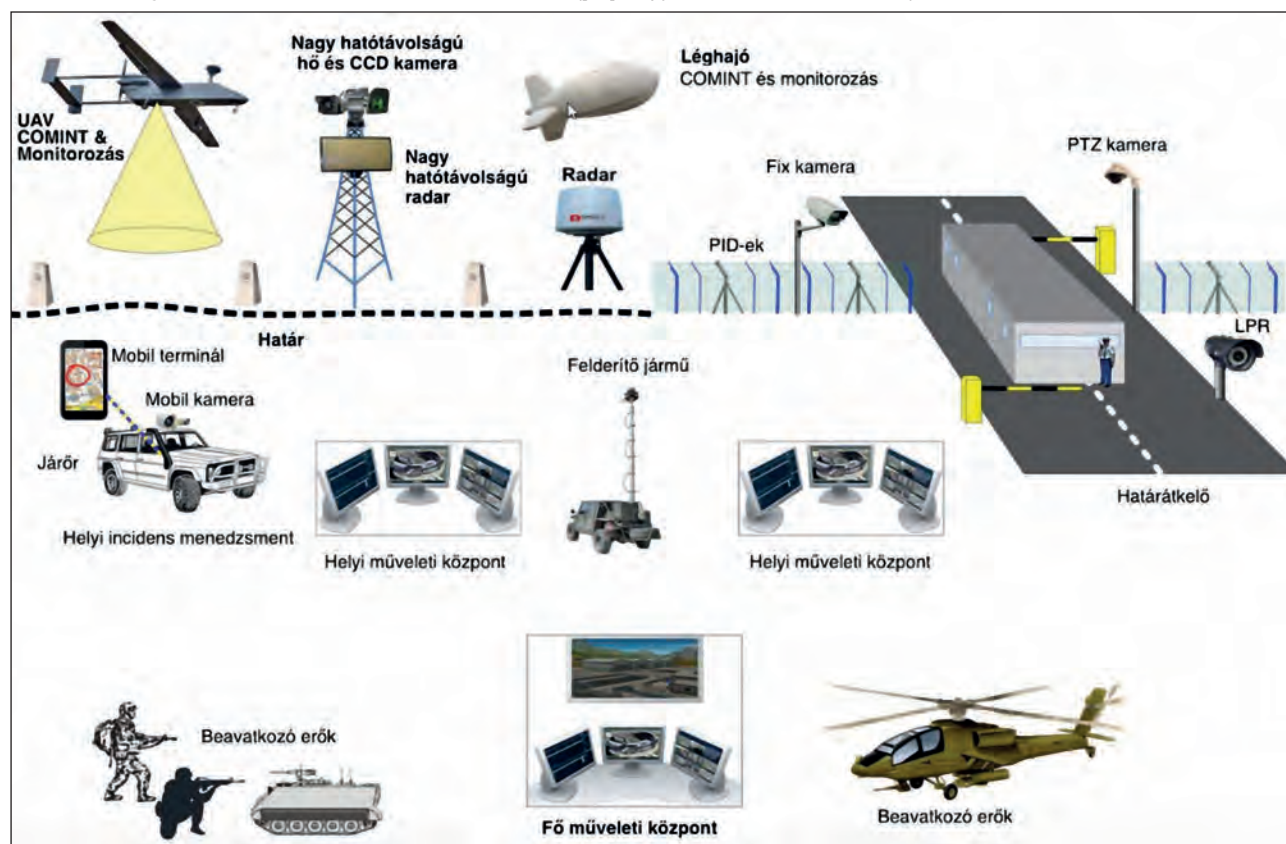
A határvédelemben alkalmazott szenzorok méretükben, formájukban és működésükben rendkívül sokfélék lehetnek, többek között szeizmikus, mágneses, passzív infravörös, akusztikus, mikrohullámú vagy lézeres mozgásérzékelők, száloptikás kerítés, szélessávú radar, pásztázó kamerák. Elsődleges funkciójuk, hogy távolról vezérelve alkalmasak legyenek az ellenőrzött határszakasz valós idejű monitorozására, a legkevesebb hamis riasztás mellett a határon történő események detektálására, pontos, széleskörű, időszerű, helyalapú adatszolgáltatás révén a megfelelő személyzet riasztására, lehetővé téve a gyors helyzet-

értékelést, döntéshozatalt és beavatkozást. Az elmúlt években több ország is sikeresen implementálta, megvalósította ezeket a megoldásokat, a továbbiakban bemutatom a jelenleg használatban lévő fejlett izraeli, amerikai határvédelmi rendszereket.

IZRAELI TECHNOLÓGIÁK

Az intelligens határvédelmi rendszerek tanulmányozását mindenképpen Izraellel és az izraeli védelmi ipar termékeivel célszerű kezdeni. Ez az ország a védműépítés egyik legnagyobb szakértője, hiszen létrejötté óta folyamatosan rá van kényszerítve, hogy megismerje és adaptálja a leg-

6. ábra. Intelligens határvédelmi rendszer alkotóelemei ([22] alapján szerkesztette a szerző)



* NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Katonai Műszaki Doktori Iskola, PhD hallgató. ORCID: 0000-0002-3697-7871



korszerűbb technológiákat. Komoly határvédelmi rendszert épített ki a Palesztin Hatóság által birtokolt Ciszjordánia, Kelet-Jeruzsálem, valamint a Gázai övezet határán, újabban pedig határai teljes lezárására készül többek között az Egyiptommal és Jordániával határos területein megépíteni kívánt impozáns, high-tech kerítésrendszerrel.

Az izraeli védelmi ipar ennek megfelelően számos határvédelmi célra specializálódott megoldással rendelkezik, amelyeket az izraeli kormányzat és világszerte számos ország előszeretettel alkalmaz. Az egyik legjelentősebb cég a Magal Security Systems Ltd. már számos intelligens határvédelmi rendszer létrehozásával bizonyította képességeit világszerte. Videokamerákkal, felügyelet nélküli szenzorokkal, mozgásérzékelőkkel és légi megfigyeléssel kiegészített kerítésrendszereit az izraeli határokon kívül számos térségben alkalmazzák, mint pl. India és Pakisztán határán, Afrikában Togo és Ghána határán, de európai példákat is találunk, pl.: a bolgár–szerb vagy a szlovák–ukrán határ. Újabban az USA is egyre inkább érdeklődik a gyártó termékei iránt és tárgyalásokat kezdtek a cég fejlett védelmi megoldásainak alkalmazásáról az USA és Mexikó határán.

A cég gyakorlati tapasztalatai és széleskörű K+F tevékenysége révén komoly koncepciót dolgozott ki a határok védelmére.

Az általuk felvázolt komoly elektronikus határvédelmi rendszerben megtalálhatóak:

- intelligens, kerítésre szerelhető szenzorok (PID²);
- földalatti érzékelő-kábel (buried cable);
- radarok;
- nagy hatótávolságú hő- és CCD³ kamerák, PTZ⁴ kamerák;
- mobil felderítő eszközök;
- felügyelet nélküli földi szenzorok.

Minden eszköz egy közös hálózathoz van kötve, biztosítva, hogy a rendszer távolról vezérelve, valós idejű szituáció-

ós helyzetképet küldjön a járőrökönél lévő mobil terminálokra és az irányítási központba. A szenzorok közötti adatátvitel nagy sebességű kommunikációs csatornán keresztül valósul meg, léghajók és pilóta nélküli repülőgépek közreműködésével. Az egész határvédelmi rendszer a védelmi szerek adatbázisaival integrált, lehetővé téve a járművek rendszámának (LPR⁵), valamint a határon átkelők arcképének azonosítását és összevetését az adatbázisban szereplő adatokkal, így a körözött személyek és járművek hatékony detektálását. Természetesen elkerülhetetlen a felkészült, korszerű eszközökkel ellátott beavatkozó erők biztosítása is az ellenintézkedések hatékony kivitelezéséhez. A gyártó által felvázolt korszerű határvédelmi rendszer alkotóelemei a 6. ábrán láthatók.

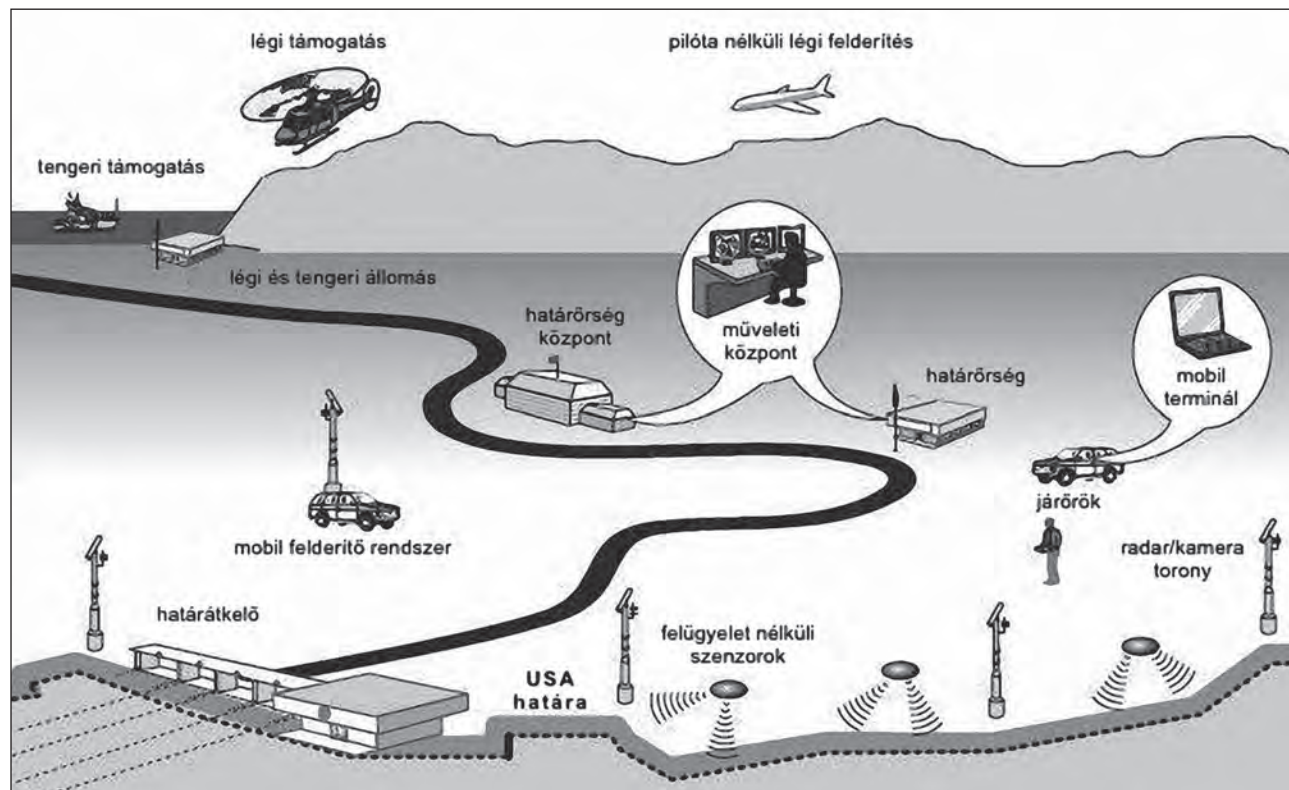
AMERIKAI HATÁRVÉDELMI RENDSZEREK ÉS TAPASZTALATOK – SBINET (2005–2011) ÉS ARIZONA BORDER SURVEILLANCE TECHNOLOGY PLAN (2011–2020)

A határvédelem kérdése sok más országnak is nagy kihívást jelent, amelyek közül az egyik legjelentősebb Amerika Mexikóval határos területeinek felügyelete.

Az USA 2005 és 2011 között több mint 1 milliárd dollárt költött a SBINET projektre, amelynek célja egy elektronikai felderítőrendszer, virtuális kerítés telepítése volt a mexikói határ egy 57 mérföldes szakaszán.

A projekt első szakasza (Project 28) egy 28 km-es szakasz megvalósítását tűzte ki célul 9 db radarral és kamerákkal felszerelt megfigyelőtoronnyal, felügyelet nélküli szenzorokkal, valamint intelligens hardver és szoftver komponensekkel megvalósított vezetés-irányítási rendszer létrehozásával, amely képes az automatikus, többforrású adatgyűjtés és feldolgozás révén közös műveleti helyzetkép szolgáltatására a megfigyelt területről, valamint annak

7. ábra. Az SBINET keretében megvalósított rendszer főbb komponensei ([27] alapján szerkesztette a szerző)



továbbítására a vezérlőközpontba vagy a közelben járőröző járművek személyzetének. A projekt megvalósítását a Boeing cég nyerte el.

A rendszer alkotóelemei a következők [27][28]:

- Radar/kamera torony: a határsávban elhelyezett 30 méteres tornyok, ellátva radarral, elektro-optikai/infra kamerával.
- Felügyelet nélküli szenzorok: többségében a McQ Inc. cég által fejlesztett OmniSense szenzorok, amelyek határátlépésre aktiválódnak és adatokat küldenek a legközelebbi toronyba. [23]
- Kommunikációs csatorna: megbízható kommunikációs csatorna az eszközök között.
- Vezetés-irányítási központ: fogadja a riasztásokat a zónában és dönt a megfelelő ellenintézkedésről.
- Jáőrők: a határőrség emberei és járművei (földi/légi) laptopokkal és egyéb kommunikációs eszközökkel ellátva. Fogadják a riasztást a vezetés-irányítási központból, majd a helyszínen vizsgálják az eseményt.
- Fizikai akadályok: a határ egyes, lakott területekhez közel eső részein telepített fizikai kerítések.

A rendszer felépítését a 7. ábra szemlélteti.

Látható, hogy a rendszerben nagy szerep jut a különböző felügyelet nélküli szenzoroknak, hiszen ezeken az eszközökön múlik a behatolások legkorábbi detektálása és a rendszer további elemeinek riasztása. Az SBINet keretében nagyjából 12 800, többnyire akusztikus és mágneses felügyelet nélküli szenzort helyeztek el a térségben. [26]

Az SBINet keretében alkalmazott szenzorok kapcsán azonban számos probléma felmerült, többek között [24]:

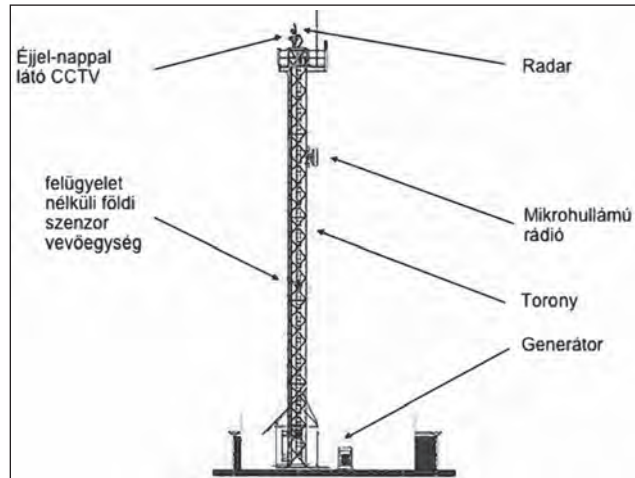
- nem tudták hatékonyan osztályozni és azonosítani a célobjektumokat;
- nagyon magas volt a hamis riasztások száma;
- nem voltak elég ellenállóak az extrém környezeti hatásoknak, az akkumulátorok korrodálódtak az esőtől, a szenzorok plastik tokját sokszor megrágcsálták az állatok;
- sávszélesség problémák és az egymással inkompatibilis kommunikációs protollok miatt a szenzorok nem tudtak kommunikálni a határon telepített egyéb eszközökkel.

Végeredményben egy 2005-ös jelentés [25] alapján a riasztások mindössze 4%-a volt valódi és végződött az illegális határátlépők elfogásával, az esetek 34%-a volt téves riasztás, míg a riasztások maradék 62%-a ismeretlen eredetű. A projektet 2011-ben leállították a túlköltekezés és technológiai hibák miatt.

ARIZONA BORDER SURVEILLANCE TECHNOLOGY PLAN (2011–2020)

Az SBINet alapján 2011-től Arizona Border Surveillance Technology Plan néven új célokat definiáltak részben az SBINet nyomán üzembe helyezett eszközök korszerűsítésével és javításával, részben pedig új megfigyelő rendszerek üzembe helyezésével. A projekt 2020-ig újabb 1,5 milliárd dollár kiadással számol, amely tartalmazza az új, fix megfigyelőtornyok (IFT – Integrated Fixed Towers), kamerák, felderítőjárművek és a legmodernebb felügyelet nélküli szenzorok vásárlását.

A projektet – amelynek legjelentősebb újítása 52 fix telepítésű megfigyelőtornyok üzembe helyezése Nogales térségében, amelyek egyenként 25 méter magasak, radart és éjjel-nappal látó kamerákat, valamint a felügyelet nélküli szenzorok jelét fogó vevőegységeket tartalmaznak – 2020-ra szeretnék befejezni. A tendert az izraeli Elbit Systems



8. ábra. Integrated Fixed Tower felépítése ([29] alapján szerkesztette a szerző)

amerikai leányvállalata nyerte, amely már több száz mér-földnyi határmegfigyelő rendszert telepített Izrael és Palesztina között, valamint Gáza és Egyiptom térségébe.

A tornyok kommunikálnak a térségben elhelyezett korszerű szenzorokkal, a szenzorok és radarok jelzése alapján a torony kamerái automatikusan a célobjektumra zoomolnak. A tornyok az adatokat mikrohullámú rádió kapcsolaton keresztül a műveleti központba juttatják, ahol az operátorok elemzik azokat és döntenek a megfelelő ellentevékenységről. A torony energiaellátását napelemmel is kiegészített generátor biztosítja.

A torony felépítése és alkotóelemei a 8. ábrán láthatók.

COTS MEGOLDÁSOK INTELLIGENS HATÁRVÉDELMI SENZORHÁLÓZATOKRA

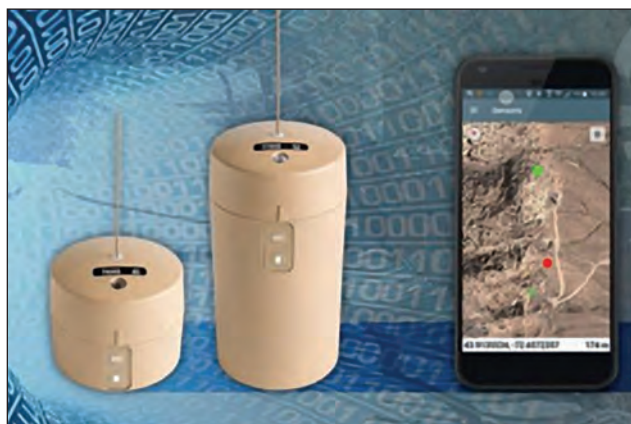
A fenti rendszereket tanulmányozva nyilvánvaló, hogy napjainkban a határvédelem terén leginkább a technológia lehetőségeinek kihasználása növelheti a hatékonyságot, amelyben a felügyelet nélküli szenzorok alkalmazása az egyik legígéretesebb lehetőség.

A migrációs válság hatására a magyar kormány is felfigyelt ezekre a lehetőségekre, és a fizikai határzár kiegészítéseként intelligens jelzőrendszereket is telepít. Az ilyen intelligens határvédelmi megoldások nagy előnye, hogy jól megtervezve integrálhatóak lehetnek a különböző védelmi szerek, valamint az EU adatbázisaival, az illegális bevándorlók biometria adatait (arckép, ujjlenyomat) használva a hagyományosnál sokkal hatékonyabb detektálást tesznek lehetővé, és felgyorsíthatják a határátlépőn való átkelést is.

Ugyanakkor tanulva a korábban ismertetett amerikai SBINet tapasztalataiból és kudarcaiból, a rendszer megvalósítása komoly előkészületeket igényel és a megfelelő megoldás csak számos feltételt figyelembe véve található meg. Fontos, hogy az adott terep és környezeti viszonyoknak megfelelő, korábban már sikeresen tesztelt technológiákat célszerű alkalmazni. Azért, hogy az optimális működés érdekében minél nagyobb területi lefedettséggel, minél pontosabb információkat gyűjtsünk, amely cél leginkább a különböző érzékelési tartományban működő szenzorok adatainak fúziójával érhető el.

A magyar határvédelmi rendszer egyelőre mindössze a kerítésen elhelyezett fizikai érintésre reagáló szenzorok, valamint hő- és mozgásérzékelő kamerák képére támaszkodva azonosítja a behatolásokat, amely nagyszámú téves





9. ábra. ARA E-UGS/Pathfinder szenzorok [31]

riasztást eredményez. A pontosabb helyzetkép eléréséhez célszerű lenne a rendszer kiegészítése nagy hatótávolságú radarokkal, nagy területen történő felderítést lehetővé tevő pilóta nélküli repülőgépek alkalmazásával, valamint a földön elhelyezett mágneses és szeizmikus állapotváltozásokat érzékelő felügyelet nélküli szenzorokkal.

A finansziális erőforrások tekintetében a leginkább kézenfekvő és költséghatékony megoldás a felügyeleti szenzorhálózatok alkalmazásának számbavétele. Mivel viszonylag alacsony költséggel telepíthetőek, és a mai rendszerek a mozgásirány detektálástól kezdve, a video- és képanyagok továbbításáig számos lehetőséget rejtenek, mindenképpen átgondolandó a magyar határon történő alkalmazásuk.

A továbbiakban azokat a COTS megoldásokat tárom fel és hasonlítjuk össze, amelyek már más határvédelmi rendszerek esetében, vagy akár harctéri környezetben bizonyítottak és korunk technológiai fejlettségi szintjén elérhető legkorszerűbb megoldásokat kínálják.

E-UGS/PATHFINDER (ARA, US)

Az utóbbi években a szenzortechnológia nagymértékben fejlődött, méretében és működési módjában eltérő szenzorok jelentek meg a piacon, amelyek közül jelenleg az egyik

legígéretebb az ARA cég, E-UGS/Pathfinder szenzora, amely technológia már bizonyított Afganisztánban és Irakban is. Az E-UGS/Pathfinder szenzorok a 9. ábrán láthatók.

A szenzorok fő attribútumai:

- kiterjesztett üzemidő (MINI szenzor: 6-8 hónap; XL szenzor: 24 hónap);
- fókuszált érzékelési sugár- és pontfelismerési képesség;
- hosszú hatótávolságú észlelés átjárók és relék használata nélkül;
- fejlett jelszűrési és gépi tanulás algoritmusok, lehetővé téve az azonosítás mellett a mozgásirány detektálását is;
- magas észlelési arány, kisszámú hamis riasztás mellett;
- nagy tűrőképességű, robusztus anyagok, amelyek ellenállnak a szélsőséges környezeti hatásoknak. [31]

REM-SENSE (L3 – US)

Egy másik ígéretes UGS az amerikai L3 cég REM-Sense felügyelet nélküli földi szenzorcsaládja, ami élőerő és harcjárművek passzív érzékelésére, osztályozására és követésére szolgál. Ez a komplex rendszer számos autonóm üzemmódban működő kis méretű, könnyen telepíthető érzékelőt tartalmaz, amelyek elhelyezhetők a védett határsávban. Erre a célra szeizmikus, akusztikus, mágneses és infravörös szenzorokat használnak hálózatos üzemmódban. A kommunikáció céljára alkalmazott rádióadók és a rádióvevők a 138–153 MHz-es frekvencia tartományban 6 km távolsáig képesek kommunikálni egymással. A hatótávolság rádióátjátszók alkalmazásával növelhető, de opcionálisan a REM-Sense műholdas átjátszóval globális kommunikációs elérhetőséget is biztosít. A rendszer a szoftisztikált jelfeldolgozásnak köszönhetően nagyon alacsony hamis riasztási rátával rendelkezik.

A REM-Sense rendszert az alábbi komponensek alkotják [32]:

- AN/PRS 9A BAIS harctéri behatolásjelző rendszer, ami 3 db szeizmikus/akusztikus szenzort és rádióvevőt, valamint egy kézi rádióadót tartalmaz, amellyel képes az élőerő és a harcjárművek észlelésére és a fenyegetés szintjének meghatározására;
- REM-Sense ISR szeizmikus/akusztikus, infravörös és mágneses szenzorból, valamint kézi adóból álló harc-

10. ábra. REM-Sense szenzorrendszer [32]



téri szenzorrendszer, a korábbi jól bevált REMBASS II továbbfejlesztett változata, amely passzív szenzoraival képes az élőerő és a harcjárművek érzékelésére, azonosítására és mozgási irányának megállapítására;

- BAIS-i felügyelet nélküli korai jelző- és behatolás detektáló rendszer, amely 5 db kis súlyú szeizmikus szenzort és rádióvevőt, valamint egy rádióadót tartalmaz. (10. ábra)

RADIOBARRIER (RU)

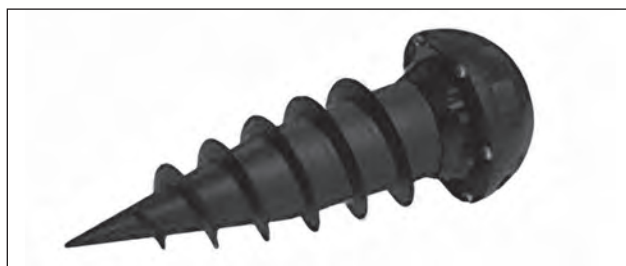
A RadioBarrier egy vezeték nélküli behatolás-érzékelő rendszer villamos hálózattal és kommunikációs infrastruktúrával nem rendelkező területekre. A szenzorokon felül video rendszerrel is kiegészíthető a riasztások vizuális megerősítése céljából. Előnye a teljes távról vezérelhetőség, a tetszőleges környezeti feltételek melletti nagy teljesítmény, költséghatékony telepítés, minimális karbantartási igény és könnyű integrálhatóság hardver és szoftver szinten egyaránt. A meghibásodások között átlagosan eltelt idő 9 év, a gyártó pedig 5 év autonóm működést garántál. A rendszer szeizmikus, infravörös és mikrohullámú szenzorokból állhat, amelyek egy mesh hálózatot⁶ alkotva továbbítják az érzékelt adatokat a vevőegységek felé. A vezetéki és irányító eszközök között található egy kézi vevőegység, amivel a szenzorok telepítését lehet elvégezni, egy operátor konzol, amivel a teljes rendszer távvezérelhető. A videó megfigyelő rendszer hőkamerát, hagyományos TV-kamerát, és egy kézi vevőegységet tartalmaz, ezek csak a szenzorok által érzékelt behatolás esetén kapcsolnak be, egyébként készletenléti üzemmódban működnek. Az ötéves autonóm működésnek köszönhetően a termék különösen ajánlott határvédelmi feladatok ellátására. [33]



11. ábra. RadioBarrier szenzorrendszer [33]

RDC ULTRAMESH+ (DIGITAL BARRIERS – UK)

Az RDC Ultramesh+ passzív, hálózatba kötött megfigyelő rendszer, amely folyamatos felügyeletet biztosít a megfigyelt területen. Előnyei közé sorolható a gyors telepíthetőség, hosszú akkumulátor-élettartam, alacsony bekerülési és üzemeltetési költség, valamint alacsony betanítási idő a többi UGS rendszerhez képest. A kiépített hálózat konfigurálja magát, és automatikusan javítja a kialakult hibákat. A szenzorok képesek a különböző célpontok osztályozására, megkülönböztetik a gyalogos mozgást (30 méteren belül), járműveket (100 méteren belül), fúrást (30 méteren



12. ábra. RDC Ultramesh+ szeizmikus szenzor [34]

belül). Mozgásérzékelés esetén pedig képesek a telepített PTZ kamerák aktiválására is. A rendszer csillag és mesh topológiában is képes üzemelni, előbbi esetén valamivel nagyobb akkumulátoridőt biztosítva. Az alternatív szenzor csomópontokkal különböző egyéb szenzorok (pl. PIR szenzor) is illeszthetők a rendszerhez, amellyel teljesebb megfigyelés érhető el, a hálózati fő csomópont pedig átjáróként működik a megfigyelő eszközök és a szenzorok közötti adatcserehez, valamint hálózatokhoz történő csatlakozáshoz. [34]

ELBIT „TREASURES” (ELBIT SYSTEMS – IZRAEL)

Az Elbit Systems Ltd. „Treasures” rendszere meglehetősen új fejlesztés, valós időben detektálja, osztályozza és követi a személyeket vagy járműveket. A rendszer többféle típusú, kis méretű szenzort tartalmaz, amelyeket úgy terveztek, hogy extrém időjárási körülményeknek is ellenálljanak, alacsony legyen az energiaszükségletük, lehetővé téve, hogy a szenzorok felügyelet nélkül, hosszú ideig működhessenek.

A rendszer kompatibilis más gyártók szenzoraival és könnyen integrálható egyéb C4I⁷ rendszerekkel.

A különböző érzékelési tartományban működő szenzorok között ad-hoc, önszerveződő speciális kommunikációs protokollokkal megvalósított hálózat működik. A szenzorok figyelmeztetései kézi rádióra érkeznek a Treasures saját kommunikációs protokollját használva.

A rendszer a következő szenzortípusokat tartalmazza:

- SAND: szeizmikus szenzor, amely emberek és járművek detektálására egyaránt alkalmas. A szenzorok élettartama években mérhető;
- OCEAN: szeizmikus/akusztikus multi-detektor, az emberek és járművek azonosítása mellett iránydetektálásra is képes, a szeizmikus-akusztikus adatok fúziója révén pontosabb célobjektum-azonosítás, kevesebb a téves riasztás;
- MID: kis méretű éjjel/nappali (színes CCD és hőkamera), amely fejlett képfelismerő és videó-mozgásdetektálást megvalósító algoritmusokkal ellátott;
- CHAMELEON 2: éjjel/nappal látó videó- és hőkamera, forgatható állványra szerelhető, így nagy lefedettségű és képfelbontású megfigyelést tesz lehetővé;
- MTR: kis méretű taktikai radar. Szabadalmaztatott, ultra alacsony fogyasztású, napenergiát használó szenzor. Egy kibocsátó egységet használ, amely horizontális és vertikális irányú lefedettséget is biztosít;
- TALOS: nagyobb méretű felügyelet nélküli radar. Napenergiát használ, több kibocsátó egységgel rendelkezik, így minden irányból lefedettséget biztosít, több száz méterről is képes detektálni a célobjektumokat;
- „Pearls of Wisdom”: miniatűr, rejtett, felügyelet nélküli földi érzékelők. [35]

(Folytatjuk)





13. ábra. A Treasures rendszer alkotóelemei (a szerző saját szerkesztése)

FORRÁSOK

- [22] ZAID, JILANI.: Israeli company that helped build Gaza's wall is less sure about Donald Trump's, <https://theintercept.com/2016/08/05/israeli-company-that-helped-build-gazas-wall-is-less-sure-about-donald-trumps/> (Letöltve: 2018. 05. 29.);
- [23] MCQUIDDY, J. H.: Unattended ground sensors for monitoring national borders. In. SPIE 7112, Unmanned/Unattended Sensors and Sensor Networks V, 71120L, <https://doi.org/10.1117/12.800153>. Cardiff, 2008.;
- [24] BECKHUSEN, R.: Homeland security delays plan to place sensors on U.S.-Mexico border, <https://www.wired.com/2013/02/border-sensors> (Letöltve: 2018. 05. 29.);
- [25] Homeland Security: A Review of Remote Surveillance Technology Along U.S. Land Borders, http://www.oig.dhs.gov/assets/Mgmt/OIG_06-15_Dec05.pdf (Letöltve: 2018. 05. 29.);
- [26] ROBINSON, B.: DHS 'virtual fence' and Army's FCS test limits of networked sensors, Defense Systems, <https://defensesystems.com/Articles/2008/04/Applying-networked-remote-sensor-technology.aspx> (Letöltve: 2017. 05. 02.);
- [27] SBInet: <http://www.globalsecurity.org/security/systems/sbinet.htm> (Letöltve: 2018. 05. 29.);
- [28] The Efficacy of Virtual Fences, for Border Control: <https://www.mistralsolutions.com/efficacy-virtual-fences-border-control/>, (Letöltve: 2018. 05. 29.);
- [29] Department of Homeland Security: Written testimony of CBP Office of Air and Marine Assistant Commissioner Randolph Alles, CBP Office of Technology Innovation and Acquisition Assistant Commissioner Borkowski, and CBP Office of Border Patrol Deputy Chief Ron Vitiello for a Senate Committee on Homeland Security and Governmental Affairs for a hearing titled "Securing the Border: Fencing, Infrastructure, and Technology Force Multiplier", <https://www.dhs.gov/news/2015/05/13/written-testimony-cbp-senate-committee-homeland-security-and-governmental-affairs#> (Letöltve: 2018. 05. 29.);
- [30] BIUM, E. (Department of Homeland Security): Surveillance technology boosts border security in Arizona, <https://www.cbp.gov/frontline/frontline-june-az-technology> (Letöltve: 2018. 05. 29.);
- [31] ARA- Pathfinder: <https://www.ara.com/pathfinder/border-security> (Letöltve: 2018. 05. 29.);
- [32] L3 REM-Sense: http://www2.l3t.com/cs-east/what-we-do/products/ugs_rem-sense.htm (Letöltve: 2018. 05. 29.);
- [33] Radiobarrier: <http://www.radiobarrier.com/gallery/radiobarrier-brochure.pdf> (Letöltve: 2018. 05. 29.);
- [34] Digital Barriers- RDC Ultramash+: https://www.digitalbarriers.fr/documents/251/UK.D.017_-_RDC_Ultramash_V2_011017.pdf (Letöltve: 2018. 05. 29.);
- [35] Treasures UGS: <http://elbitsystems.com/media/TREASURES.pdf> (Letöltve: 2018. 05. 30.).

JEGYZETEK

- 2 PID: Perimeter Intrusion Detection – kerítésre szerelhető behatolás-detektáló szenzorok.
- 3 CCD: Charged-Coupled Device – Töltés-csatolt eszköz.
- 4 PTZ: Pan Tilt Zoom – speed dóm: Forgatható, dönthető optikájú, digitális zoom-al rendelkező, jellemzően térfigyelésre használatos kamera.
- 5 LPR: Licence Plate Recognition – Rendszám-azonosítás.
- 6 A mesh (azaz háló) egyfajta számítógépes hálózati struktúra, ahol nincsenek előre definiálva az egyes csomópontok közötti átviteli utak, hanem azok önszervező módon jönnek létre és dinamikusan változnak a pillanatnyi lehetőségek függvényében.
- 7 C4I: Command, Control, Communications, Computers, and Intelligence – Vezetés, irányítás, kommunikáció, számítógépek és hírszerzés.

Tábi Levente*

Az üreges töltetek fejlődése, alkalmazásuk a XXI. századi IED-támadások során

I. rész

BEVEZETÉS

A II. világháborúra történő felkészüléssel, valamint az új fegyverek és fegyverrendszerek megjelenésével a háborúra készülő országok nemcsak a támadó, hanem a védelmi jellegű fegyvereket is fejlesztették. A történelmi események alapján nyugodtan leszögezhetjük, hogy a birodalmi Németország bizonyos területeken jóval előrébb állt ezekben a haditechnikai fejlesztésekben, mint az akkori potenciális ellenségei vagy akár szövetségesei.

Történelmi tény az is, hogy a Magyar Királyi Honvédség a II. világháborút megelőző időszakban, és annak kezdeti szakaszában alapvetően nem rendelkezett az akkori korának megfelelő fejlett fegyverrendszerekkel, és a magyar haditechnikai fejlesztések sem voltak jelentősek. A magyar hadiipar a II. világháborút megelőző időszakban sorozatgyártásban állított elő olyan, a korszak haditechnikai színvonalát már meg sem közelítő felszereléseket, termékeket, mint például a 36M TAK harckocsiakna, amely akkoriban már nem volt elég hatékony a modern páncélozott eszközökkel szemben. A Magyar Királyi Haditechnikai Intézet tehetséges kutató és fejlesztő mérnökei azonban fejlesztői és kutatói tevékenységük során képesek voltak olyan haditechnikai fejlesztéseket megvalósítani, amelyek abban az időben világszónak számítottak, vagy éppen a mai kor modern fegyverrendszereinek elméleti alapjait jelentik.

Ez a tanulmány azt mutatja be, hogy a magyar fejlesztésből hogyan alakult ki egy hatékony üreges töltetű fegyver, illetve ennek a fegyvernek a működési elvét miképpen használják fel a mai modern kor nem konvencionális hadviselése során, az improvizált robbanóeszközök alkalmazásakor.

A cikkben számos helyen angol kifejezések szerepelnek, mivel sok esetben nincs megfelelő magyar kifejezés, sajátos elnevezés az eredetire, vagy a magyar fordítás nem adja vissza az eredet változat valós tartalmát. A terminológiai probléma is arra utal, hogy az improvizált robbanóeszközök témája és rendszere még további feldolgozást igényel.

ÖSSZEFOGLALÁS: A magyar kutatás-fejlesztési törekvések a II. világháború során több eredményt is hoztak. A Misnay-Schardin hatás alapján működő robbanótöltetek a páncélozott eszközök elleni legpusztítóbb fegyverrendszerek közé tartoznak. Napjaink fegyveres konfliktusaiban már nem csak a konvencionális erők tudnak ezen a hatáson alapuló fegyvereket alkalmazni, de az irreguláris erők is hatékony fegyvereket képesek előállítani, akár kereskedelmi forgalomban lévő anyagokból is. Ezek a „házi” előállított eszközök olyannyira veszélyesek, hogy valós potenciáljukat csak külön kísérletekkel lehet feltárni.

KULCSSZAVAK: Misnay, kumulatív hatás, EFP, kísérletek, üreges töltet

AZ ÜREGES TÖLTETŰ FEGYVER

Az I. világháborút követően a kor katonai szakértői számára egyértelművé vált, hogy a harcászati, hadművelleti és hadászati eljárásokat meg kell változtatni. Az első világháború során olyan új haditechnikai eszközök jelentek meg (pl.: harckocsi, repülőgép, vegyifegyverek stb.), amelyek világossá tették, hogy a korábbi harc- és hadművelleti eljárások nem lesznek a jövő háborúiban változtatás nélkül alkalmazhatók. Az új koncepció szerint a légi és páncélozott haderőnek, és ezáltal a mobilitás, a mélységbe mért csapás jelentősége, valamint a tömeghadsereggel szemben a jól felszerelt és kiképzett hadseregek kerültek az előtérbe.¹ Magyarország azonban, a trianoni békediktátum alapján nem rendelkezhetett számos modern fegyver és felszerelés típussal (pl.: repülőgép, harckocsi, páncéltörő fegyverek stb.). Így a Magyar Királyi Honvédség a II. világháború kirobbanásakor haditechnikai szempontból jelentős lemaradásban volt a nyugat-európai, fejlett európai országok hadseregeihez képest.

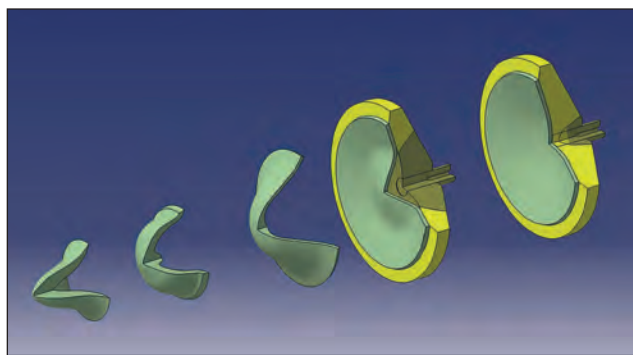
A két háború közötti nyugat-európai haditechnikai fejlesztések – elsősorban a szárazföldi haderő vonatkozásában – jelentős mértékben a harckocsik, illetve a megerősített védelmi rendszerek elleni képességek kialakítására és fejlesztésére irányultak. Már a XX. század fordulóján felismerték, hogy – a robbanótöltetek megfelelő kialakításával – nagy hatásfokkal lehet a páncélozott és megerősített (fegyver-) rendszereket pusztítani. Először Charles Edward Munroe amerikai kémikus vizsgálta ezt a jelenséget még a XIX. század végén. Az amerikai haditengerészet kutatójaként megállapította, hogy egyes céltárgyakat egy megfelelően irányított robbanási sugár kialakításával hatékonyan lehet rombolni. Kutatási eredményei alapján, az általa feltárt jelenséget Munroe-effektusnak nevezték el.²⁻³ Az ő kutatásait követték a századfordulót követően M. Neumann (1911), Egon von Neumann (1914) és Franz Rudolph Thomanek (1939) német fejlesztő-mérnökök és kutatók⁴⁻⁵ is, akik finomították az irányított robbanási sugár elméletét és megalapozták az üreges töltetek koncepcióját.

ABSTRACT: During World War II, the Hungarian research and development efforts conducted to many results. Explosive charges using Misnay-Schardin effect belonged to the most destructive weapon systems against armoured equipment. In today's armed conflicts, not only conventional forces can use weapons based on this effect, but irregular forces can also produce effective weapons, even from commercially available materials. These improvised devices are so dangerous that their real potential can only be explored by specific experiments.

KEY WORDS: Misnay, cumulative effect, EFP, experiments, hollow charge

* NKE, Hadtudományi Doktori Iskola ORCID: 0000-0003-0130-9248

De mit is kell érteni „üreges töltet” megnevezés alatt: „Üreges töltet alatt olyan robbanótöltetet értünk, amely a céltárgy felé üreget mutat. Az üreges kiképzés, amely gyakorlatilag bármilyen szimmetrikus alakot felvehet, a töltet végén átellenesen *iniciált robbanóanyag robbanási gázait képes fókuszálni, koncentrálni. Ez az energiasűrítés nagyon intenzív pontszerű erőhatást eredményez.*”⁶ Ezt a jelenséget számos esetben a hazai terminológiában kumulatív⁷ hatásnak is nevezik. Az angolszász környezetben ezt a jelenséget Explosively Formed Penetrator (EFP)⁸ – azaz robbantással kialakított lövedéknek is nevezik.

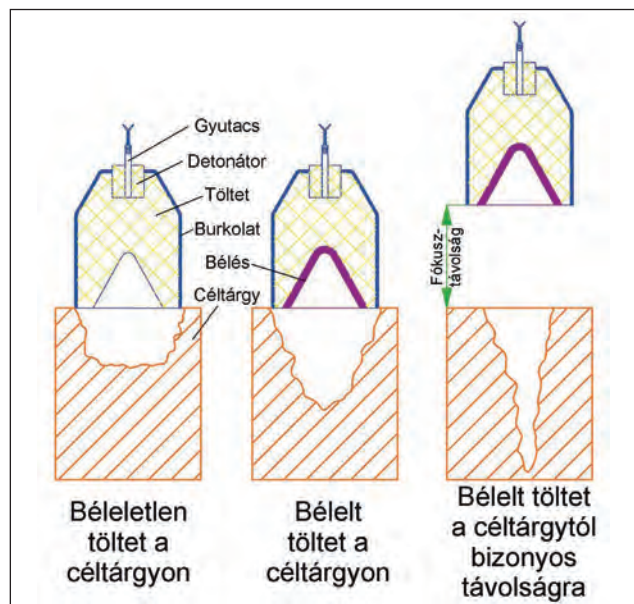


1. ábra. A 44M LÖTAK robbanásakor kialakuló EFP lövedék⁹ (Hatala András rajza – HT archív)

A kezdeti kutatások során azt is felismerték, hogy ha egy úgynevezett bélést helyeznek a robbanótöltet és cél közé, akkor a rombolóhatás megnő, valamint ha a céltárgy és a töltet között van egy bizonyos (ideális) távolság, akkor a töltet még hatékonyabb, a rombolási képessége nagyobb lesz. Ezen kutatási eredmények felhasználásával fejlesztették ki az 1930-as, '40-es években azokat az alapvetően német (pl.: Panzerfaust fegyvercsalád) páncéltörő, illetve erődromboló fegyvereket (pl.: 75 és 105 mm-es üreges töltetű páncéltörő gránát), amelyek a II. világháború kezdeti szakaszában is a fejlett technológiák közé tartoztak.

A II. világháborút megelőzően és annak kirobbanását követően a magyar politikai és katonai elit bízott Németor-

2. ábra. A kumulatív töltet hatása¹⁰ (Hatala András rajza – HT archív)



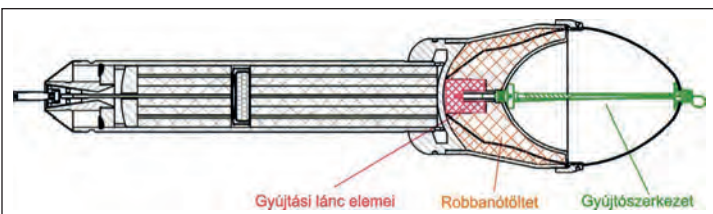
szág támogató szövetségi együttműködésében. Azonban többször kellett szembesülnie azzal a ténnyel, hogy a német vezetők nem mutatnak hajlandóságot a legmodernebb technológiák átadására, illetve az esetleges gyártási licenceket is csak aránytalanul magas költségek megfizetése esetén biztosították volna. Ennek okán, mivel a háború kirobbanásakor a Magyar Királyi Honvédség nem rendelkezett hatékony páncéelhárító és erődromboló fegyverekkel, és a német gyártási licenceket sem sikerült beszereznie, a magyar haditechnikai fejlesztés kényszerpályára került. A Magyar Királyi Haditechnikai Intézet munkatársai a háború kezdeti szakaszában, „szinte a semmiből” kezdték meg a haditechnikai fejlesztéseiket. A kutatás-fejlesztéssel foglalkozó mérnökök, tanulmányozva a nyugati kutatási eredményeket, saját önálló kutatásaik útján igyekeztek elérni, hogy a magyar haderőt is a kornak megfelelő modern harceszközökkel lehessen ellátni.

A Magyar Királyi Haditechnikai Intézet rakétaszakosztályának munkatársa, Misnay József kísérleti mérnök (hadi műszaki törzskari őrnagy) kapta feladatul, hogy a Magyar Királyi Honvédség erődromboló és páncéltörő képességének fejlesztése érdekében hozzon létre hatékony fegyverrendszereket. A meghatározott fegyverek kialakítása és fejlesztése érdekében Misnay József két irányban kezdte meg kutatási tevékenységét. Az egyik irány egy erősebb, hatékonyabb robbanóanyag létrehozása, míg a másik maga az üreges töltetű fegyver kifejlesztése volt.¹¹

A robbanóanyagok tekintetében kevés mozgáster adódott a magyar kutatócsapatnak, mivel az akkori ismereteik és lehetőségeik az ekrazit, trinitrotoluol (TNT), cseppfolyós oxigén (oxiliquid), lögyapot, nitropenta és hexogén robbanóanyagok köré csoportosultak.¹² A nyersanyaghiány és a gyártástechnológiai akadályok miatt csak a TNT és nitropenta anyagok keverékeivel próbálkoztak annak érdekében, hogy a TNT-nél nagyobb hatásfokú robbanóanyagot állítsanak elő. Így jutottak el a TNT és nitropenta 50-50%-os keverékéhez, amely hatásfokban erősebb, gyártástechnológiailag – az akkori magyar hadiipari viszonyok között – kivitelezhető volt.¹³ Az új, hatékonyabb összetételű robbanóanyagot sikeres kifejlesztését követően, a fejlesztő mérnökök javaslatára az új TNT-nitropenta keverékű robbanóanyag, többek között a páncéltörő gránátokban, erődromboló töltetekben, valamint további nagyhatású töltetekben használták fel.¹⁴

Misnay őrnagy másik fejlesztési iránya az üreges töltetű fegyver, azaz a kumulatív hatáson alapuló akna kifejlesztése volt. A hazai kutatócsoport a német gyártmányhoz hasonló romboló, páncéltörő fegyverek és lövedékek tanulmányozásával, valamint azok átalakításával kezdte meg munkáját. Misnay felismerte, hogy a kumulatív hatás hatékonysága a beépített béléstest anyagától, illetve a robbanás során keletkezett mozgási és hőenergia együttesétől függ. Kísérletei során arra a következtetésre jutott, hogy a robbanási hő-, és mozgási energia jelentős növekedése összefüggésben van a fém bélésanyag és a robbanóanyag reakciós kapcsolatrendszerével. Felismerte továbbá azt is, hogy a bélésanyaggal ellátott üreges töltet nem közvetlenül a célra ráhelyezve, hanem bizonyos távolságtartományban képes hatékonyan átütni a célobjektum páncélzatát. Végül ez vezetett korszakalkotó, sikeres fejlesztéséhez a 43M és 44M LÖTAK (lövőtápanyag) harcokcsi elleni oldalaknákhöz, amelyek akkor a világon az első oldalpáncél ellen is bevethető aknák voltak.¹⁵

De a fejlesztések nemcsak a robbanóanyagról és a kumulatív hatást kihasználó fegyverekről szóltak. Misnay őrnagy a 44M páncéltörő rakétáját egy új, addig még nem alkalmazott gyújtóval is ellátta. Misnay őrnagy kifejlesztett



3. ábra: A 44M buzogánylővedék szerkezeti rajza¹⁷ (Hatala András rajza – HT archív)

egy késleltetés nélküli, fejrészékelésű fenékgyújtót, amely közvetlenül a robbanófej orr-részének a céltárggyal történő érintkezésekor initiálta a robbanótestet. Ez a gyújtási módus ugyan nagyon hatékonyan bizonyult, de maga a szerkezet nem volt még elég kifinomult, így egy nem megfelelő dőlésszögű találat esetén a gyújtó eltörött és a rakéta – szakmai megfogalmazással – „bedöglött”.¹⁶

A fejlesztések eredményeként további új fegyvereket is kialakítottak. Például kifejlesztették a 60 milliméter átmérőjű, 44M páncéltörőből kézből indítható rakétát, valamint a 215 milliméteres 44M buzogánylővedéket. Ezeket a fegyvereket 1944–45-ben bevetették a Magyarország területén végrehajtott védelmi műveletek során. A harcéri tapasztalatok és visszamaradt feljegyzések alapján mindkét eszköz nagyon hatékony fegyvernek bizonyult. Így kijelenthető, hogy Magyarország a harmadik olyan ország volt a világtörténelemben, amely már a II. világháború idején saját fejlesztésű, bevethető és hatékony páncéltörő rakétával rendelkezett.

Misnay őrnagy kutatási eredményeinek hatása a háborút követően is nyomon követhető. Mivel a háború során ezen a kutatási területen vele párhuzamosan, de tőle függetlenül dr. Hubert Schardin német professzor (egyves feltételezések szerint Misnay József által elért és publikált kutatási eredmények hatására megkezdett kutatásaival) is hasonló technikai megoldásra jutott, ezért a nyugati tudományos szakirodalom Misnay–Schardin effektusként tartja számon a két tudós által az üreges töltetű fegyverekkel elért kutatási eredményeket.

A háborút követően Misnay által megalkotott páncéltörő szerkezet, a technológia fejlődésével, a modernizáció során számos változáson ment át, de az általa megalkotott alapelvek továbbra sem változtak. Konkrét, ma is kézzel fogható eredményként kell kezelni a különböző harcjárművek felépítményei ellen kialakított páncéltörő fegyverrendszereket (pl.: RPG–7, HEAT¹⁸ típusú löszerek stb.) vagy az M18 Claymore irányított repeszaknákat. Ezen az elven működő robbanószerkezeteknek számos módoszata, változata van már a világ hadseregeiben. A Magyar Honvédség például ilyen elveken működő (MON–50, MON–100 és MON–200)¹⁹ irányított repeszaknákat tart rendszerben.

Természetesen a technológia fejlődésével a buzogányaknak megváltoztak, hatékonyabbá váltak. A konvencionális hadviselésben ezeknek a fegyvereknek és a későbbi fegyverrendszereknek a típusa, száma, módoszatai megszámlálhatatlanok. Ami viszont jelentős változást jelent, hogy a modern kor fegyveres konfliktusaiban, az aszimmetrikus hadviselés megjelenésével, egy „új” fegyver jelent meg a palettán. Az utóbbi évtizedek fegyveres konfliktusai során számos példát láttunk arra, hogy az ellenséges katonai és félkatonai szervezetek olyan robbanóeszközöket alkotnak, építenek improvizatív módon, valamint hatékonyan alkalmaznak a helyi biztonsági szervek, szövetséges erők és a polgári lakosság ellen, amelyek a Misnay–Schardin effektus elvén működnek.

(Folytatjuk)

FORRÁSOK

- AJP 3.15 (C), *Allied Joint Doctrine for Countering Improvised Explosive Devices*, Edition C Version 1, February 2018, <https://nso.nato.int/protected/nsdd/CommonList.html> (letöltve: 2018. 03. 04.);
- NATO Standardization Office, <https://nso.nato.int> (letöltve: 2018. 03. 04.);
- NATO Standardization Office, The Official NATO Terminology Database, <https://nso.nato.int/natoterm/Web.mvc> (letöltve dátuma: 2018.02.17.);
- C-IED COE weboldal, <https://ciedcoe.org/index.php/docman/projects/502-dtd-research-projects-info-for-website-public-area-15oct2018/file> (letöltve: 2018. 12. 12.);
- Horváth Tibor: *Az IED hálózat, mint korunk egyik aszimmetrikus kihívása*, In: Csengeri János, Krajnc Zoltán (szerk.) *Humánvédelem - békeművelési és veszélyhelyzet-kezelési eljárások fejlesztése*. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, 2016. pp. 275-298.;
- Misnay József (Haditechnikai Intézet 1920–2007), <http://www.haditechnikaiintezet.hu/misnay-jozsef> (letöltve: 2018. 12. 08.);
- Bugyjas József: *A kumulatív hatás modellezése és számítógépes szimulációja végeelem módszer felhasználásával*. Doktori (PhD) értekezés, 2010, http://archiv.uni-nke.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2011/bugyjas_jozsef.pdf (letöltve: 2018. 12. 08.);
- Hatala András: *Misnay József hmtk. alezredes munkássága a 2. világháború alatt. A harcokcselhárító aknák fejlesztése I. rész*. Haditechnika 45. 2011/5. szám. 2–6. oldal, <http://real-j.mtak.hu/view/journal/Haditechnika.html> (letöltve: 2018. 12. 08.);
- Hatala András: *Misnay József hmtk. alezredes munkássága a 2. világháború alatt. A harcokcselhárító aknák fejlesztése II. rész*. Haditechnika 45. 2011/6. szám, 2-6. oldal, <http://real-j.mtak.hu/view/journal/Haditechnika.html> (letöltve: 2018. 12. 08.);
- Hatala András: *Üreges töltetek. A második világháború alatt gyártott magyar üreges töltetek 1. rész*. Haditechnika 44 2010/2. 72–76. oldal, <http://real-j.mtak.hu/view/journal/Haditechnika.html> (letöltve: 2019. 01. 28.);
- Hatala András: *Üreges töltetek. A második világháború alatt gyártott magyar üreges töltetek 2. rész*. Haditechnika 44 2010/3. 61–64. oldal, <http://real-j.mtak.hu/view/journal/Haditechnika.html> (letöltve: 2018. 12. 08.);
- Hatala András: *Üreges töltetek. A második világháború alatt gyártott magyar üreges töltetek 3. rész*. Haditechnika 44 2010/4. 55–58. oldal, <http://real-j.mtak.hu/view/journal/Haditechnika.html> (letöltve: 2018. 12. 08.);
- Möbius™ (C-IED), TERROGENCE: *PG-9 Rockets Mounted on Improvised High Trajectory Launchers, Baghdad, Iraq* (2017. október, Item No.: 26485);
- ALFORD termékek, *VBIED Kit*, <https://explosives.net> (letöltve: 2018. 12. 12.);
- Dr. Szabó Miklós nyá. altbgy.: *Az európai hadügy fejlődése a XIX–XX. században*, előadás, NKE Hadtudományi Doktori Iskola 2017/18. tanév II. szemeszter; A hadtudomány klasszikusai II. tantárgy;
- MH 2019-es kiadású Terminológiai adatbázisa, *kiadás előtti tervezet*;
- Lukács László: *Szemelvények a magyar robbantástechnika fejlődéstörténetéből*, Dialóg Campus Kiadó, Budapest, 2017;
- High Explosive Anti-Tank (HEAT) Armor Piercing Shaped Charge* weboldal, <https://www.globalsecurity.org/>



military/systems/munitions/bullets2-shaped-charge-heat.htm (letöltve: 2019. 02. 26.);
 Lukács László – Tóth Rudolf: *Robbantóanyagok a hazai katonai szakfolyóiratokban 1875–1945.*, Katonai Logisztika 2018. évi 3–4. szám, <https://doi.org/10.30583/2018/3-4/273>, 273–298. oldal;
 AAP-15(2017–2018) *NATO Glossary of Abbreviations used in NATO documents and publications*,;
 Med-Eng: „EOD 10 SUIT & HELMET – The Next Generation Bomb Suit”, <https://www.med-eng.com/products/personalprotectiveequipment/>

medengeodiedd/eod10suithelmet.aspx, (letöltve: 2019. 02. 28.);
 Improvised Explosives Device (IED) Technical Exploitation Lexicon – US JIDO, 5th Edition, 15 May 2017;
 Nanagahar (Irak) ostroma során ISIS által telepített VBIED, <https://iedawareness.files.wordpress.com/2018/04/2-daesh-men-killed-car-bomb-seized-in-nangarhar-by-yousuf-zarifi-on-05-april-2018-jalalabad-pajhwok-two-daesh-rebels-were-killed-and-an-explosives-laden-vehicle-seized-during-a-raid-i.jpg?w=723> (letöltve: 2019. január 29.).

JEGYZETEK

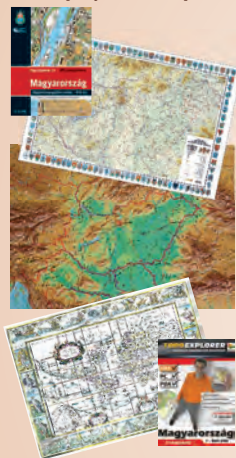
- Dr. Szabó Miklós nyá. altbgy.: „Az európai hadügy fejlődése a XIX–XX. században”, előadás 103–143 dia.
- Bugyás József: A kumulatív hatás modellezése és számítógépes szimulációja végeelem módszer felhasználásával. Doktori (PhD) értekezés, 2010, Forrás: http://archiv.uni-nke.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2011/bugyas_jozsef.pdf, 55. oldal.
- Lukács László: *Szemelvények a magyar robbantástechnika fejlődéstörténetéből*, 215. oldal.
- Uo., 216. oldal.
- Lukács–Tóth: *Robbantóanyagok a hazai katonai szakfolyóiratokban 1875–1945.*, 289. oldal.
- Hatala András: Misnay József hmtk. alezredes munkássága a 2. világháború alatt. A harcokcsielhárító aknáknak fejlesztése I. rész. Haditechnika 45. 2011/5. szám, Forrás: <http://real-j.mtak.hu/view/journal/Haditechnika.html>, 2. oldal.
- Kumulatív töltet (angolul: shape charge) – Forgástengelye irányában viszonylag kis átmérőjű, mély hengeres lyukat vágó formázott töltet, (forrás: az MH 2019-es kiadású Terminológiai adatbázisa 1972. sor, kiadás előtti tervezet).
- Explosively Formed Penetrator – AAP-15 (2017–2018), 89. oldal (C-15). De ugyancsak EFP rövidítéssel szokták manapság nevezni az „Explosively-Formed Projectile” (IED TE Lexicon, 77. oldal). Tartalmi szempontból, IED szövegkörnyezetben, a két megnevezés között nincs különbség.
- Hatala András: Misnay József hmtk. alezredes munkássága a 2. világháború alatt. A harcokcsielhárító aknáknak fejlesztése II. rész. Haditechnika 45. 2011/6. szám, Forrás: file:///C:/Users/CoeUser/Downloads/haditechnika_2011_6_teljes_red.pdf, 3. oldal.

- Hatala András: Üreges töltetek 1. rész. 2010/2. 72–76. oldal, Forrás: <http://real-j.mtak.hu/view/journal/Haditechnika.html> (letöltés: 2019. 01. 28.), 72. oldal.
- Hatala András: Misnay József hmtk. alezredes munkássága a 2. világháború alatt. A harcokcsielhárító aknáknak fejlesztése I. rész. Haditechnika 45. 2011/5. szám, Forrás: <http://real-j.mtak.hu/view/journal/Haditechnika.html>, 3. oldal.
- Lukács–Tóth: *Robbantóanyagok a hazai katonai szakfolyóiratokban 1875–1945.*, 281. és 295. oldal.
- Hatala András: Misnay József hmtk. alezredes munkássága a 2. világháború alatt. A harcokcsielhárító aknáknak fejlesztése I. rész. Haditechnika 45. 2011/5. szám, Forrás: <http://real-j.mtak.hu/view/journal/Haditechnika.html>, 3. oldal.
- Uo. 3. oldal.
- Hatala András: Üreges töltetek 3. rész. 2010/4. Forrás: <http://real-j.mtak.hu/view/journal/Haditechnika.html> (letöltés: 2019. 01. 28.) 57. oldal.
- Uo. 58. oldal.
- Hatala András: Üreges töltetek 2. rész. 2010/3. Forrás: <http://real-j.mtak.hu/view/journal/Haditechnika.html> (letöltés: 2019. 01. 28.) 61. oldal.
- HEAT – High Explosive Anti Tank – kumulatív hatáson működő löszér – *High Explosive Anti-Tank (HEAT) Armor Piercing Shaped Charge* weboldal.
- A MON típusú aknáknak az MH rendszerben tartásának helyzetéről MH Parancsnokság, Logisztikai és Gazdálkodási Csoportfőnökség, Technikai Rendszerek Főnökség, műszaki-technikai szakállományától kapott szóbeli tájékoztatást alapján tudok nyilatkozni.

(Illusztrációk a szerző gyűjteményéből.)

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

- 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
- Gyorssokszorosítás
 - színes és fekete-fehér másolás/nyomtatás 330 x 487 mm méretig
- Press – Nyomtatás
 - ofszetnyomtatás négy-, illetve hatszínnyomó gépeken, 89 x 126 cm méretig
- PostPress – Kötészeti feldolgozás
 - felületnemesítés fóliázással, laminálással 167 cm szélességig
 - hajtogatás, spirálozás, sorszámozás
 - összehordás, irkakészítés, ragasztókötés
 - kasírozás, táblakészítés, aranyozás
 - szortiment könyvkötészet
- Vákuumformázás
 - vákuumformázó szerszámok, terepasztalok előállítása CNC-technológiával
 - vákuumformázás

ÜGYFÉLSZOLGÁLAT ÉS TÉRKÉPBOLT:

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

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



14. ábra. A T-14-es Armata irányt vált. Az aktív görgő-felfüggesztésnek köszönhetően, a manőver közben a harckocsi dőlése minimális

Zentay Péter* – Gyarmati József**

„Vitézek” a Vörös téren – Harckocsik és harckocsi támogatók **II. rész**

Korszerű orosz haditechnikai eszközök az elmúlt évek
moszkvai győzelem napi díszszemléin

A díszszemlén harckocsik következtek. A sort a Vöröszászló érdemrenddel kitüntetett 1. harckocsi gárdahadsereg, 2. tamanszki gépesített gárdahadosztály T-14 típusú harckocsija nyitotta, amit oszlopban további T-14-es, T-72B3M harckocsi és BMPT-72 Terminator-2 harckocsitámogató követett.

A T-14-es harckocsit nagyon nehéz kategorizálni és összehasonlítani hasonló típusokkal, mert jelenleg nincs más hozzá hasonló a világon. A harckocsi szinte minden részében újszerű, már a feladatköre és a felépítése sem mindennapi.

Először vessünk néhány pillantást a harckocsi ismeretebb, „látható” részeire!

A harckocsi az egyesített moduláris „Armata” („Армата”) lánctalpas harci platformra épül. A nagyközönségnek eddig két típusváltozatot mutattak be: a T-14-es harckocsi, illetve a T-15 nehéz gyalogsági harcjármű (külföldi terminológiával IFV, vagy nehéz BMP), de létezik egy T-16-os megjelölésű harckocsimentő változat is. Mindegyik összeállítás azonos elemekre épül, mégis teljesen különböző a végkialakítás (pl: míg a harckocsi változat motorja az alváz hátsó részén, addig a T-15-ös harcjárműben elől helyezkedik el stb.).

A harckocsi a tömege alapján igen, de méretei szerint nem mondható igazán „közepesnek”. A méretei arányai-
ban 10,5 méternél hosszabb (löveggel előre nézve), széles-

* ORCID: 0000-0002-3161-8829

** ORCID: 0000-0001-7594-2383



sége meghaladja a 3,5 métert, mivel a páncéltestben három főnek egymás mellett el kell férnie. Kényelmi szempontokból azonban az oldalméretei tovább nem növelhetők, mert a jelenlegi eszközökkel (pl. vasúton) akkor már nem lenne szállítható. A torony teteje eléri a 2,7 méteres magasságot, amit a robotizált géppuskatornyot is hozzávéve, további egy méterrel növekszik. A 48-50 tonna tömegű T-14-es fajlagos teljesítménye ~23 kW/t (31 LE/t) ami különösen jó mozgékonyaságot biztosít a harckocsinak. A harckocsi maximális sebessége eléri a 90 km/h-t, hatótávolsága 500 km.

A cseljabinszki traktorüzem különleges tervezőirodája, a „Transzdiesel” fejlesztette a harckocsihoz az A-85-3 motort, találkozhatunk még a következő típusjelzésekkel is: 2A12-3, 12CSN15/16 vagy 12N360 (124H15/16, 12H360) megkülönböztetve ezzel az első, vagy hátsó beépítést. A motor egy közel 35 literes, négyütemű, vízhűtéses, 12 hengeres, „X” elrendezésű, közvetlen befecskendezésű dízelmotor, turbó-feltöltővel és töltőlevegő visszahűtéssel. A motor teljesítménye 1103 kW (1500 LE) 2000 fordulat/percnél, azonban vészhelyzetben akár 1323 kW (1800 LE) fölé is lehet kényszeríteni. Az élettartam-növelés érdekében, békeidős üzemben 882–956 kW-ra (1200–1300 LE-re) csökkentik a teljesítményét. Az élettartam ekkor elérheti a 10 000 órát is. A motort – megfelelő működtetéséhez – digitális szabályozással látták el. Karbantartására és javítására is nagy figyelmet fordítottak a tervezők. A kompakt és átgondolt konstrukciónak köszönhetően a hajtóművet még tábori körülmények között is kevesebb, mint fél óra alatt ki lehet szerelni a harckocsiból.

A harckocsi stabilizálását, terepen való manőverezését és a mozgás közbeni tüzelést aktív felfüggesztés segíti. Ennek szenzorai folyamatosan méri a harckocsi aktuális dőlésszögeit, a vezérlés az így kapott adatok alapján kiértékeli és meghatározza azokat a paramétereket, amelyekkel szabályozza a görgő-felfüggesztő aktuátorokat. Ezzel nagymértékben csökken a harckocsi billegése, amely megnöveli a menet közbeni lövés pontosságát, valamint gyorsabb haladást biztosít nehéz terepen és a kanyarokban. A szabályozás a teljes láncfalpra értendő, ugyanis nem az összes görgőnél alkalmazzák az aktív felfüggesztést. A lényeges görgőknél (pl. első kettő, láncfeszítő) megtaláljuk a szabályozást, máshol meghagyták a hagyományos torziós rugózást. Ezzel egyszerűbb lett a gyártás, karbantartás, és csökkentek a költségek.

A harckocsi mozgással kapcsolatos szabályozását a „harci információ- és vezérlőrendszere” HIVR (БИУС) fogja

15. ábra. A harckocsi jobb oldalán a reaktív páncélzaton is feltüntettek az alakulat érdemeit. Jól látható, hogy vezetői és parancsnoki bukónyílás erősen védett, ajtóit oldalra billenve nyílnak



16. ábra. A díszszemlére vonuló harckocsik Moszkva utcáin csak gumibetétes láncfalppal közlekedhetnek. A hagyományos elrendezéssel szemben, a parancsnok a páncélttestben és nem a toronyban foglal helyet

össze: amely ellenőrzi a motort, a váltórendszer, az aktív felfüggesztés berendezéseit, és a többi hajtásrendszer eszközeit. Ahogy a repülőgépeken megszokott, itt is automatikusan hoz döntést a beavatkozásokkal kapcsolatban, női hangon ad utasításokat, figyelmeztetéseket a személyzetnek, tájékoztat a szükséges karbantartásról, javításokról. A figyelmeztetések a vezető LCD képernyőin is megjelennek. A motor és hajtásrendszer érzékelőiből bejövő jeleket a HIVR felügyeli. A vezető egyes hibáit (pl. motor-túlterhelés) a rendszer képes kivédeni. A rendszer segítségével a vezető jobban tud a feladatára koncentrálni, nem kell egyéb berendezésekkel és műszerekkel foglalkoznia.

A HIVR-el a harckocsi vezetése egyszerűbb a régebbi típusokhoz képest. Forduláskor, a hagyományos botkormánymegoldás helyett, a láncfalpak kormánykerékkel vezérelhetők. A nyomaték-váltó 12 fokozatú automatizált, de félautomata módban a Formula-1 autókön is alkalmazott, a kormányművön elhelyezett nyomógombokkal is lehet fokozatot váltani. A digitálisan vezérelt szervó-berendezések, valamint a teljes körű nagyfelbontású videorendszer is hatékonyan segíti a vezető munkáját. További érdekesség, hogy az Armata járművei (középtengelyűk körül) a két láncfal egymással ellentétes irányba való működtetésével helyben is képesek megfordulni. A régebbi szovjet/ orosz harckocsik ezzel a képességgel nem rendelkeztek. Hagyományos optikai periszkópokkal is felszerelték a harckocsit, amelyek a parancsnok, a tüzér és a vezető megfigyelő eszközei. Elsősorban a harckocsi vezetéséhez és a környezeti kémleléséhez szükségesek. A harcjármű vezetője éjszaka nagy fényerejű LED fényszórókat használ. Éles helyzetben a fényszórók infravörös megvilágítási módra kapcsolhatók. Ekkor a vezető éjjellátó kamerarendszert használ az irányításhoz. A rendszer érzékelői a sérülések kivéde érdekében nappal páncélborítás alá rejtettek.

A háromfős személyzet a harckocsi első részében, egy védőkapszulában helyezkedik el (bal oldalon a vezető, középen az irányzó és jobb oldalon a parancsnok). Innen irányítják, irányozzák és kezelik a harckocsit, és a számos kamera és érzékelő jelei is ide futnak be. Ez az elrendezés nagyban segíti a személyzet túlélési esélyeit egy esetleges találat esetén. A hátránya a viszonylag szűk egymás mellett álló hely, amelyet a harckocsinál 70 cm alá kellett csökkenteni. A másik probléma a parancsnok korlátozott kémlelési tartománya. A hagyományos harckocsikkal szemben hátrány, hogy a parancsnok nem a toronyban, hanem páncélttestben, alacsonyan foglal helyet, emiatt nehezen látja át a terepet, hátrafelé pedig a torony is árnyékolja a kilátását. Ezért főként a rendszer kameráira és megjelenítő képernyőire információira kell hagyatkoznia.

A harckocsi tornya teljesen automatizált, kezelőszemélyzet nélkül működik. Ezért az ágyú működése is az automatikától és távvezérléstől függ. Ez a megoldás találat esetén növeli a személyzet túlélését, hiszen ők a nagyobb



17. ábra. A harckocsi mozgás közben (bal oldal). A harckocsitorony alján láthatók az aktív védelmi rendszer csapásmérő elemei

védettségű páncéltestben ülnek, továbbá a torony méretét és tömegét, a minimális páncélozás miatt nagymértékben csökkenthették. A torony védelméről főként az aktív és a reaktív védelmi rendszer gondoskodik. A harckocsi fő fegyverze a kezelő nélküli toronyba épített 125 mm-es 2A82-1M sima csövű harckocsi ágyú. Irányítása, célzása digitális/távvezérlésű mozgatása elektromos szervo aktuátorokkal végzik. Fejlesztésének fő szempontja volt a menet közbeni pontos tüzelés. A löveg a 125 mm-es 2A46M típusú harckocsi lövegénél jóval korszerűbb. Az új 55 l/d (csőhosszúság/űrméret) kaliberű csőnél a torkolati sebesség növekedése mellett a pontosság is javult. A fegyver csőve belülről keménykrómozott, ami megnöveli az élettartamát (900 lövés) és a kedvezőbb súrlódás miatt a torkolati energiát. A célzó rendszer hatótávolsága 7000 méter, a célzott lövések tűzgyorsasága, a teljes automatizáltságnak köszönhetően 10-12 lövés/perc. Az új automata töltőrendszer képes különösen hosszú (akár 1 méter) löszert is betölteni. Erre azért volt szükség, mert az új, 125 mm-es löveg megkapta a Vákuum-1 (*Вакуум-1*) típusú gyengített uránmagos, űrméret alatti páncéltörő löszert, amely ebbe a hossztartományba esik. A lövedék minimum 700-800 mm (egyes beszámolók szerint akár 1000 mm!) vastag homogén páncélt is képes áttűni 2000 méteren, merőleges becsapódáskor. A harckocsiágyú löszereiből 32 db a függőleges elrendezésű forgótárban, a többi málházva kapott helyet. A löszertár felső felfüggesztésű, így egy esetleges alulról érkező robbanás által okozott deformáció nem befolyásolja a működését. A löveg 100-5000 méteres lőtávolsággal képes kilőni olyan irányított páncéltörő rakétát is, mint a 9K119M „Reflex-M” (*Рефлекс-М*). A rend-

szerhez többféle löszer is tartozik: űrméret alatti, leváló köpenyes szárnystabilizált páncéltörő, irányított repeszromboló, kumulatív stb. A löveg osztott löszert használ. Tervezésnél figyelembe vették, hogy a löveg ne csak a legújabb, hanem a hagyományos (T-72-es, T-90-es harckocsikhoz rendszerben lévő) löszereket is képes legyen változtatás nélkül használni. A tervezők szerint létezik e harckocsihoz egy modernebb és nagyobb űrméretű lövegváltozat (152 mm-es 2A83) is. A 152 mm űrméretű löveg előnye, hogy lövedékeinél nincs szükség a hagyományos értelemben vett páncéltörő kialakításra, mivel a lövedék kinetikus energiája önmagában is elég az ellenséges harckocsik tornyának megsemmisítéséhez. A nagyobb űrméret további előnye lenne, hogy erősebb páncéltörő (pl. Kornet) és légvédelmi rakétákat is lehet vele indítani. Mivel a T-14-es harckocsi csapatkötelékben szervesen összekapcsolva működik együtt az ilyen feladatokat ellátó más eszközökkel, ezért az utóbb említett képességekre egyelőre nincs szükség, ráadásul az ilyen méretű löveg harckocsiba építése sem lenne egyszerű. Az eddigi díszszemléken a 152 mm-es löveggel ellátott változatot nem mutatták be, és valószínűleg nem is rendszeresítik.

A löveg célzását nappali irányzékkal 5 km felett, éjszakai (hőkamera rendszerrel) irányzékkal 3,5 km távolsáig lehet végrehajtani. A tűzér irányzéka 4-12-szeres optikai nagyítással rendelkezik. A löveg lézeres irányzékkal 7,5 km távolsáig képes célokat bemérni. Az irányzórendszer minden eleme duplikált, így a tűzér mellett a parancsnoknak is lehetősége nyílik az irányzásra. Egy további, egyszerűbb stabilizáló rendszer is működik az irányzásban, amely szintén képes a mozgás közbeni tüzelésre. A harckocsi keze-

18. ábra. Egy T-14-es harckocsi vonul a díszszemlére. A parancsnok még gyakorló öltözetben és nem díszegyenruhában látható



19. ábra. A T-14-es harckocsi hátulnézetből. A díszszemlére a pót-üzemanyagtartályokat leszerelték





20. ábra. A harckocsi hátulsó részén látható a kumulatív löszer elleni rácsozat, középen pedig a motor bal oldali kipufogónyílása

léséhez a személyzet minden tagja teljes körű HD (High Definition ~ nagy felbontású) kamerarendszert használ. A vezérlés, a torony és a lövegcső mozgását elektronikus szervomotorokkal végzi.

A harckocsi másodlagos fegyverzete a tűzvezető rendszerrel rendelkező 7,62 mm 6P7K PKTM komplexum (tervek szerint lesz egy nagyobb, 12,7 mm-es űrméretű 6P49 Kord géppuskával ellátott változat is, azonban ezek még nem szerepeltek egyik hivatalos bemutatón sem), amely saját robotizált tornyában helyezkedik el a fő torony tetején. Elrendezésben hasonló, azonban képességében jóval több, mint a T-90AM stabilizált UDP T05BV-1 távvezérelt géppuskatorony.

A géppuska vezérlése összeköttetésben áll az AESA (aktív pásztázó fázisvezérelt antennarács) radarral és a hőkamerás irányzórendszerrel, továbbá a komplexumot a harckocsi aktív védelmi rendszerébe is integrálták. A géppuska, 1500 méter távolságig képes gyorsan mozgó célokat is eltalálni. Elrendezése és pozíciója alkalmassá teszi a komplexumot földi és légi célok elleni használatra is.

A T-14-es harckocsi feladatrendszerébe beletartozik a felderítés, a célkijelölés, valamint tűzérségi megfigyelés is. A harckocsi koncepciója a modern hálózatközpontú hadviselésre épül. A harckocsit nem egy alegységen belüli, önmagában tevékenykedő eszköznek tervezték, hanem feladatait egy harcászati csoportban, különböző harceszközökkel szervesen együttműködve, egy közös harcászati, információs rendszerben végzi.

21. ábra. A lánctalp tömegének csökkentése érdekében az áttört lánctarajokat könnyítették



A rendszer azt az alapelvet követi, amely szerint aki először látja meg ellenfelét a harcban, és erre a leggyorsabban reagál, az nyeri meg a csatát. Ezért létfontosságú, hogy minél jobb minőségben, minél messzebbre lássunk. Az így nyert információk alapján megfelelő döntéseket hozhassunk, és ezek alapján tudunk beavatkozni. Ugyanakkor lényeges, hogy minket minél kevésbé lássanak. Az új harckocsinál a két módszert együttesen alkalmazzák.

A T-14-es harckocsi felderíthetőségének csökkentése, az álcázás hatékonyságnövelése érdekében „lopakodó” technikával készült, amellyel a harckocsi láthatóságát nagymértékben csökkentették az elektromágneses sugárzás szinte minden spektrumában (infravörös, UV, rádióhullám stb.). A harckocsit testet belső hőszigeteléssel látták el, ezzel a hő-kibocsátás szignatúrája jelentősen lecsökkent. A külső burkolat lapos, sima visszaverő, hullámtörő felületekből áll, amely lecsökkenti a harckocsi radarképét.

A harckocsi tornyának burkolata sok rétegből áll, amelyek között található egy jól vezető, Faraday kalitkaként működő rész is. Ez külön védelmet biztosít a belső elektronikai egységek külső elektromágneses zavarása ellen, valamint a toronyban lévő berendezések elektromágneses kisugárzását is leárnyékolja.

A harckocsi külső festése csökkenti a harckocsi felmelegedését, ami csökkenti az infravörös kisugárzást, emellett rádióhullám, infravörös és egyéb sugárzás-elnyelési képességekkel rendelkezik. A hőkibocsátást nagymértékben csökkentették a kipufogógázok hideg levegővel történő keverésével és a kipufogónyílások emulációjával. Az álcázórendszer nemcsak alacsony szintű jelet bocsát ki az ellenség hőkamerás megfigyelői felé, a páncéltörő rakéták különböző típusainak irányítórendszerét is megtéveszti. Mindezekkel a harckocsi felderíthetősége, bemérhetősége nagymértékben csökken. A passzív védelmi rendszer a fejlettebb rakéták akciórádiuszát a felére csökkenti, a kódosító berendezés üzembe helyezése nélkül is. Külön rendszer végzi a harckocsi mágneses mezőjének eltorzítását.

A harckocsi felderítő-képessége szintén figyelemreméltó. A T-14-es a világon az első olyan széria-harckocsi, amely a modern vadászgépeken használtakhoz hasonló, AESA radart használ. A körkörös, közepes hatótávolságú impulzus doppler radar az aktív fázisrács antenna elvén működik. A T-14-es lokátor rendszerének fő feladata a cél felderítése és a tűzérségi megfigyelés. A célok az ellenség páncélozott járműveitől a támadó légieszközökhöz át, a közeledő páncéltörő rakétákig a legkülönbözőbb félék lehetnek. A radar az aktív védelmi rendszer része, de fontos szerepe van a fegyverzet vezérlésében is. A Ka-frekvenciasávban dolgozó (26,5–40 GHz-es tartományú) radarhoz alacsony hőmérsékletű együttégetett kerámia (LTCC) alkatrészeket használnak. A konstrukció előnye a nagy megbízhatóság és a mérsékelt ár. Az AESA radarrendszer a tornyon elhelyezett négy LTCC panelből áll, amely 360°-os célmegfigyelést tesz lehetővé, radar elforgatás nélkül. A radarpaneleket lövedék- és repeszálló burkolattal látták el, amelyek sérülés esetén viszonylag egyszerűen eltávolíthatók és cserélhetők. A T-14-es felderítő radarrendszer több 10 km-es hatótávolságig 40 földi és 25 légi célt képes egyszerre felügyelni. A T-14-es radarjának elméleti pontossága 5 szögperc. Gyakorlatban a pontosság 0,1 azimutszög alatt 10 méter körüli. A függetlenül forgatható infravörös kamerarendszer ezt az azimut értéket tovább csökkenti, így még nagyobb pontosságot képes elérni.

A tornyon körbe hat nagyfelbontású (HD) kamera foglal helyet, amelyek a személyzet számára 360°-os folyamatos megfigyelést tesznek lehetővé. Mindegyik önálló áramellátással és folyadékos tisztító rendszerrel rendelkezik. A kamerák

jelei a kezelő képernyőn kívül az Afganit rendszerbe is beke-
rülnek. A rendszer az adatokból ki tudja szűrni az esetleges
kezelői hibákat, meg tudja állapítani, hogy történt-e lézérés
bemérés a harckocsira, és a kamerák jeleiből a háromdimen-
ziós képfeldolgozó rendszer adatai alapján lekapcsolt rada-
roknál is képes működtetni az AAVR rendszert.

Ezek a kamerák az infravörös tartományokban is érzékel-
nek, így köd- és füst-függönyön keresztül is képesek a
célokat megtalálni. Ennek lényeges szerepe van a saját
ködgránátokkal keltett álcázás alkalmazásánál, amikor a
harckocsi „láthatatlanná” válik, de a saját fegyverzetével
mégis képes lesz az ellenséges célokat eltalálni.

A harckocsi felderítő- és megfigyelő képességeinek kiter-
jesztése érdekében egy olyan drónt terveznek, amelyet a

harckocsiról lehet indítani és irányítani. A drón a zavarás és
felderíthetőség elkerülése érdekében az adatokat huzalon
juttatja el a harckocsi információs rendszernek. A drón
elektromos ellátását a harckocsi a huzalon keresztül bizto-
sítja, így a repülési idő nem korlátozott. A drón, egy olyan
pilóta nélküli felderítő és célzó, célmegfigyelő eszköz, amely
saját megfigyelő radarral és infravörös irányzékkal is rendel-
kezik. Tűzérési megfigyelése adatai alapján korrigálhatók a
lőelemek. A drón 100 méteres magasságig képes emelked-
ni, ezzel a belátható horizont 26-30 km-re nő a jelenlegi
10 km-hez képest. Nagy segítséget nyújthat a fedezékből,
füstálcázásból való tüzeléshez, illetve navigáláshoz is.

(Folyatjuk)

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [34] Танк Т-14 Армата ТТХ, Скорость, Броня, Оружие России и мир и военная техника, 2017, <http://oruzhie.info/tanki/628-t-14-armata> (Letöltve: 2019. 06. 06.);
- [35] Первые „Арматы” получат таманцы, Танки нового поколения начнут поступать на вооружение после 2020 года, Известия, Николай Сурков, 2017.05.17, <https://iz.ru/news/704000> (Letöltve: 2019. 06. 06);
- [36] Танк Т-14 „Армата” или Т-99 „Приоритет”, Военно-промышленный курьер, 2017. <https://vpk.name/library/f/armata.html> (Letöltve: 2019. 06. 06);
- [37] Главные секреты „Арматы” – танка, созданного побеждать, 2015.09.13., Дмитрий Сергеев, „ЗВЕЗДА”, <https://tvzvezda.ru/news/forces/content/201509130806-nifq.htm> (Letöltve: 2019. 06. 06);
- [38] Russia's Armata Tank vs. America's M-1 Abrams and TOW Missile: Who Wins?, The National Interest, 2016.09.15. <http://nationalinterest.org/blog/the-buzz/russias-armata-tank-vs-americas-m-1-abrams-tow-missile-who-17719> (Letöltve: 2019. 06. 06);
- [39] „Армата” против „Леопарда”: новый русский танк превзойдет все мировые аналоги. 2014.11.22., „Звезда”, <https://tvzvezda.ru/news/forces/content/201411211239-uvb5.htm> (Letöltve: 2019. 06. 06);
- [40] Экипаж «Арматы» сократят до двух человек, Антон Валагин, Российская газета, 2015.06.18. <https://rg.ru/2015/06/18/armata-site-anons.html> (Letöltve: 2019. 06. 06);
- [41] Producer of Russia's Armata T-14 plans to create army of AI robots, Russia Today, 2015.10.25, <https://www.rt.com/news/319229-russia-armata-tanks-robots/> (Letöltve: 2019. 06. 06);
- [42] Ракеты сойдут на подлете, Раскрыта тайна новой бронетехники, Сергей Птичкин, 2015.05.05., Российская газета, <https://rg.ru/2015/05/05/armata-site.html> (Letöltve: 2019. 06. 06);
- [43] Bombay László, Gyarmati József, Turcsányi Károly: Harckocsik. 1916-tól napjainkig, Budapest, Zrínyi Katonai Könyv- és Lapkiadó, 1999.;
- [44] „Армату” вооружат разведывательным дроном, Беспилотник под названием „Птеродактиль” будет следовать за боевой машиной, как привязной аэростат, Алексей Моисеев, Известия, 2016. 11. 18, <https://iz.ru/news/645502> (Letöltve: 2019. 06. 06);
- [45] Главный калибр Т-14: 2А82-1М или 2А83?, 2015.11.12., Техносфера. Россия, <http://tehnoosk.ru/content/glavnyy-kalibr-t-14-2a82-1m-ili-2a83>;
- [46] Т-14 «Армата» - перспективный российский танк Источник: «Современная армия», 2015.10.01., <http://www.modernarmy.ru/article/466/t-14-armata-perspektivniy-tank> (Letöltve: 2019. 06. 06);
- [47] Росатом разрабатывает новые боеприпасы для танка Т-14 „Армата”, Владимир Тучков, svpressa.ru, 2017.02.16., <http://integral-russia.ru/2017/02/16/rosatom-razrabatyvaet-novye-boeprirasy-dlya-tanki-t-14-armata/> (Letöltve: 2019. 06. 06);
- [48] „Армата” будет носить башни „Абрамсов” урановым „ломиком”, Росатом делает снаряды нового типа для танка Т-14, Владимир Тучков, 2017.02.10., Свободная Пресса, <http://svpressa.ru/war21/article/166062/> (Letöltve: 2019. 06. 06);
- [49] Т-14: как устроен самый секретный танк России, Российский танк, который изменил мир вооружения, Военно-промышленный курьер 2016.10.13., <https://vpk-news.ru/news/32941> (Letöltve: 2019. 06. 06);
- [50] Новейший российский танк Т-14 «Армата» произвел революцию в мировом танкостроении, Русские знаки, 2015.05.20., <http://ruznaki.ru/tech-news/novejsij-rossijskij-tank-t-14-armata-proizvel-perevorot-v-mirovom-tankostroenii/> (Letöltve: 2019. 06. 06);
- [51] Двигатель ближайшего будущего, Военное обозрение, 2011.10.09, Вадим Собин, <https://topwar.ru/7491-dvigatel-blizhayshego-buduschego.html> (Letöltve: 2019. 06. 06);
- [52] Обозначение: А-85-3А, Челябинский тракторный завод - ООО Уралтрак, Дизельный двигатель, (2017.11.07) <http://www.army-guide.com/rus/product5214.html> (Letöltve: 2019. 06. 06);
- [53] Русский танковый мотор 12Н360, 2016.05.09. Gunmannews, <https://gunm.ru/russkij-tankovyj-motor-12n360/>;
- [54] «Армата» увидит вражеские ракеты в ультрафиолете, Известия 2016. 03. 15, Алексей Михайлов, <https://iz.ru/news/606369> (Letöltve: 2019. 06. 06);
- [55] Новый дизель ЧТЗ – к юбилею, Конструкторский подарок к дню рождения ЧТЗ имеет принципиально новые технические характеристики, <http://chztz-uraltrac.ru/news/topics/336.php>, 2017.12.01. (Letöltve: 2019. 06. 06.).

Vincze Gyula*

Az osztrák hadsereg lecserélte előregedő csapatrádióit

Az osztrák haderőreform keretében a Bundesheer lecserélte AN/PRC-77 és KFF-31/32/33/-0 típusjelű ultrarövid hullámú analóg csapatrádióit. Ezek a rádiók fixfrekvenciás üzemmódjuk miatt a könnyen felderíthető, lehallgatható és zavarható rádiók kategóriájába tartoztak, beépített információvédelmi technológiával, valamint digitális adatátviteli képességgel nem rendelkeztek.

A CONRAD (Combat Net Radio) ultrarövid hullámú harcászati rádiókommunikációs rendszer volt az egyik legnagyobb projekt, amelyet a Bundesheer az elmúlt évtizedben lebonyolított. Közel 5000 rádiót és rádió-részegeket rendeltek meg a németországi székhelyű Telefunken cégtől. Az új rendszer elemei nemcsak szokásos hardverekből (rádió adó-vevők), hanem speciális szoftverekből (például rádióhálózat- és kulcskészletkezelő szoftverből) állnak. A rendszerfunkciók az alkalmazói igényekhez igazodva szoftveresen bővíthetők. Az újszerű, innovatív technológiának és az egyszerű kezelhetőségnek köszönhetően a világ több hadserege is érdeklődést tanúsít a CONRAD rádiókommunikációs rendszer iránt.

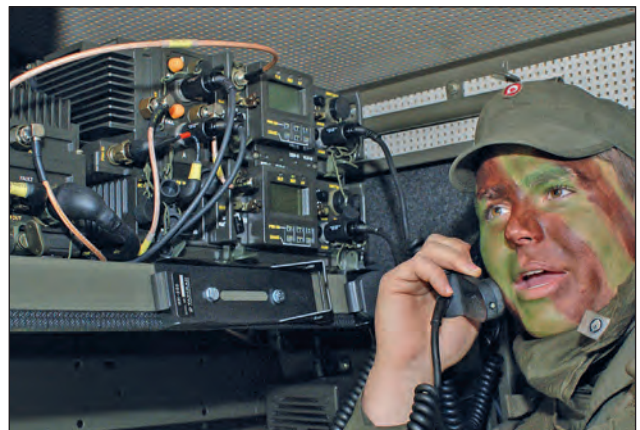
Az ultrarövid hullámú frekvenciasávban a terjedés jellegzetesen optikai, az adótól a vevőhöz csak az adóantenná-

1. ábra. A Militär Aktuell magazin CONRAD rádiórendszer beszerzéséről szóló cikke



ÖSSZEFOGLALÁS: Az osztrák Bundesheer az elmúlt évtizedben CONRAD digitális rádiórendszerre cserélte analóg harcászati csapatrádióit. A CONRAD rádiókommunikációs rendszer egy high-tech technológia, amelyet biztonságos beszéd- és adatkommunikációs képesség, valamint felhasználóbarát kezelés jellemez.

KULCSSZAVAK: CONRAD rádiórendszer, RT-9101A adó-vevő, CNR-710A kézi rádió, frekvenciamodulált, digitális fixfrekvenciás és digitális adásmódok, nyílt, vagy titkosított beszéd- és adatátvitel, SMS rövid üzenet, adatcsomagátvitel, GPS-es helymeghatározás.



2. ábra. Rádiós gépkocsiba épített, információvédett beszéd- és adatkommunikációra alkalmas FUS-96E rádiókészlet

ról közvetlenül kisugárzott, illetve a talajról és a tereptárgyakról reflektálódó felületi hullámokkal létesíthető rádióösszeköttetés. Az áthidalható távolságot az antennák magassága és a köztük lévő tereptárgyak csillapító hatása befolyásolja, ezért az adóközeli tereptárgyakon is áthatoló felületi hullámok teljesítménye a távolság növekedésével gyengül. Kétszeres távolság áthidalásához mintegy nyolcszoros adóteljesítmény szükséges. Átlagos körülmények között az áthidalható távolság emiatt viszonylag csekély – a frekvenciától, a terep sajátosságaitól és az antennák magasságától függően – néhány száz méter lehet. Az ultrarövid hullámú harcászati rádiók alkalmazási szintje így mindenekelőtt a dandár – zászlóalj – század.

A CONRAD rádiórendszer magját két alapkészülék, az RT-9101A adó-vevő és a CNR-710A kézi rádió képezi. Az RT-9101A adó-vevőt elvileg azonos felépítésű, hordozható rádió-készletben (FUS-96D), gép- és harcjárművekben (FUS-96E – L), valamint légi járművekben (FUS-96M) használják. A jármű és légi jármű fedélzeti rádiókészletek alapvetően mennyiségükben, a teljesítményerősítők darabszámában, a hangszórók fajtájában és számában, valamint a

ABSTRACT: Over the last decade, the Austrian Bundesheer has exchanged its analogue tactical troop radios for CONRAD digital radio system. The CONRAD radio communication system is a sophisticated technology characterized by safe voice and data communications capability and user-friendly operation.

KEY WORDS: CONRAD radio system, RT-9101A transmitter/receiver, CNR-710A handheld radio, FM, digital fixed-frequency and digital transmission modes, clear or secure voice and data transmission, short SMS message, data packet transmission, GPS positioning

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

tartókeretek és egyéb tartozékok mennyiségében különböznek egymástól. A járműfedélzeti rádiókat a hordozható rádiók tartozékanyagával is ellátták, hogy a gépjármű elhagyása esetén, terepen is üzemeltethetők legyenek. A CONRAD rendszer másik alapegysége, a CNR-710A kézi rádió – néhány korlátozás mellett – ugyanazokkal a funkciókkal rendelkezik, mint az RT-9101A adó-vevő. Saját konfigurációjában (FUS-96A) kézírádió-készletként gépjárművekbe (FUS-96B-C) is beépíthető.

1. táblázat. A CONRAD rádiórendszer RT-9101A és CNR-710A bázisrádióinak főbb műszaki paraméterei

Megnevezés	Technikai jellemzők
Frekvencia-tartomány	30 – 87,975 MHz (opcionálisan 30 – 108 MHz)
Csatornaszám	2320 db
Csatornaosztás	25 kHz-ként
Előre beprogramozható csatornák száma	100 db (kézi készülékeknél 10 db)
Adásmód	fix frekvenciás vagy frekvenciaugrásos (FH) nyíltan (CLR) vagy zártan (SEC és AJ)
Kimenő teljesítmény	0,25 W/ 5 W/ 10 W, járműbe beépített erősítővel: 50 W, kézi készülékeknél 0,25 W/1 W/5 W, járműbe beépített kézi rádiók erősítővel 20 W
Adatátviteli sebesség	150 bit/s – 115,2 kbit/s
Beszédátvitel	analóg és digitális (CVSD és Melp)
Kompatibilitás	analóg FM készülékekkel frekvenciamodulált adásmódban kompatibilis
Távvezérlés	lehetséges
Tömeg	kb. 3 kg (a kézi készülék kb. 1,1 kg)

A CONRAD rádiórendszer alapkészülékeire felhasználóbarát és ergonomikus kialakítás jellemző. A rádiók kezelőelemeit a készülékek előlapjára installálták. A leggyakoribb operációs műveletek – mint például a ki- és bekapcsolás, adóteljesítmény vagy hangerő-beállítás, és bizonyos fókig a csatornaválasztás is – ezek segítségével hajtható végre. A kezelőelemek elrendezését használatuk gyakoriságának és az operátori műveletek sorrendjének megfelelően alakították ki. Valamennyi művelet a mobiltelefonoknál megszokottakhoz hasonló, logikusan felépített menü alapján, a készülék billentyűzete és folyadékkristályos kijelzője segítségével történik. A billentyűzet, az adásmód kijelzésére szolgáló fénydiódák (CLR, SEC, AJ), valamint maga a kijelző is egy levehető kezelőpanelre került. Segítségével hát hordmód változat esetén a kezelő csatornát vagy hangerőt változtathat anélkül, hogy a rádiót a hátáról levennie. A GPS antennacsatlakozó kivételével az összes csatlakozó, például az ultrarövid hullámú antenna, a kézi beszélő és a fejhallgató-csatlakozó is a rádió előlapján található. Habár a kézi rádiók kezelő- és csatlakozóelemeit nem kizárólagosan a készülék előlapjára szerelték, kezelésük egyszerűbb, mint a hordozható változatoké.

A CONRAD rendszer alapkészülékei egy teljesen automatikus, digitális technológiával rejtjelezik a kimenő üzenet-



3. ábra. Frekvenciaugrásos adásmóddal az ellenséges rádióelektronikai felderítés és zavarás eredményessége minimálisra csökkenthető

teket. Kuriózum, hogy a kézi készülékek rendelkeznek a digitális információvédelmi képességgel, vagyis e tekintetben is kompatibilisek az RT-9101A adó-vevővel. A CONRAD rendszer lehallgatás és zavarás elleni védelemre egy rendkívül hatékony technológiát, a frekvenciaugrásos (FH Frequency Hopping) adásmódot applikálja, amely egy előre meghatározott frekvenciakészletből folyamatosan változtatva, másodpercenként akár több ezer vivőfrekvencia-váltással viszi át az információt. A rendszer adásmódját úgy installálták, hogy a saját hálózatban más rádiók nem szándékos zavarása szinte kizárt.

A CONRAD rendszerben alapvetően három adásmód lehetséges:

- frekvenciamodulált adásmód (CLR Clear) hagyományos analóg rádiókkal történő nyílt beszédkommunikáció lehetőségével, amely különösen katasztrófák estén előnyös az elhárításban együttműködő katonai és polgári szervek közötti kapcsolattartásban;
- digitális fixfrekvenciás adásmód (SEC, Secure) információvédett beszéd- és adatkommunikációs lehetőséggel; valamint
- digitális frekvenciaugrásos adásmód (AJ Antijamming), amely egy előre definiált frekvencia-készletből folyamatosan változtatja a vivőfrekvenciát, az ellenséges rádiófelderítés és zavarás kockázatát a minimálisra csökkentve.

Az analóg készülékeknél a digitális beszédátvitelt ún. vocoderek biztosítják, amelyek a beszédhangot kódolt elektronikus jelekké alakítják. A módszer hatékony hibajav-

4. ábra. FUS-96D hordozható rádiókészlet sajátos hordmódban





5. ábra. FUS-96D hordozható rádiókészlet felülnézetben

vítási eljárással kombinálva (a vevőkben jeljavítókkal azonosítva és korrigálva az átvitel során torzulást szenvedett digitális jeleket) a szokásost meghaladó hatótávolságot eredményezhet fedett terepen is. Ha a jelerősség és a jelmínőség a beszédjel korrekciójához nem elégséges, a rádiós az ún. digitális „burst” adást is választhatja. Ekkor tömörítve, nagy sebességgel és többször megismételve kerül az információ továbbításra.

A CONRAD rendszer digitális üzenetek – rögzített frekvencián, vagy frekvenciaugrásos adásmódban való – továbbítására alkalmas. A beszédátvitel mellett adatátvitelre, képátvitelre és a mobiltelefonoknál ismert SMS szolgáltatásra is képes. Maximális adatátviteli sebessége 115,2 kbit/s.

A CONRAD rádiós adathálózatként is működhet, mint csomagkapcsolt adatátviteli rádiórendszer (Packet Net Radio System). Az adathálózatban az adatátvitel adatcsomag formájában – a hálózatban szabad utat keresve magának – valósul meg. Ilyenkor minden rádió, amely az adathálózat tagállomása, továbbító állomásként szolgál. A küldemény a vétel helyén – a különböző csomagokból, amelyek valószerűsítően különböző átviteli utakon érkeztek – a vevő (címzett) adatterminálján újra összeáll.

A CONRAD rendszer az alkalmazók részére tehát az alábbi szolgáltatásokat nyújtja:

- nyílt vagy információvédett beszéd- és adatátvitel,
- SMS rövidüzenet,
- adatcsomag-átvitel, és
- GPS-es helymeghatározás.

Az analóg technológia korában, amikor egy rádió adásra volt kapcsolva, más adóval nem lehetett ugyanarra a frekvenciára a forgalom zavarása nélkül belépni. A CONRAD rendszerben azonban a magasabb prioritásfokozatú rádió képes az alacsonyabb prioritásút vételre kapcsolni, hogy sürgős közleményét leadhassa. Ez a képesség az ún. „break-in” funkció. További CONRAD képesség az ún. „hailing” – amely folyamatban levő átvitel (adás) automatikus kijelzése a kezelő részére mindhárom adásmódban, függetlenül attól, hogy készüléke az adott pillanatban milyen adásmódban üzemel. (Hangjelzés, illetve az adásmód-kijelző fénydióda informálja a kezelőt a folyamatban levő adásról.) A CONRAD képességek kiegészítését szolgálja két rádió adó-vevővel a relémód lehetősége, amellyel adott rádióhálókat hatósugara megnövelhető.

A rádiók kezelésének megkönnyítésére, illetve hibafelismerésre egy önanalizáló szoftver szolgál, amely bekapcsolás után a teszt automatikusan végigfut. Ez gyors hiba-felismeréssel, ezzel üzembiztonság-növeléssel is jár. Valamennyi adó-vevő (a kézi készülékek is) rendelkezik GPS vevőmodullal. A híradókatonak ennek segítségével tudják

pontosan meghatározni települési helyüket.

Az osztrák védelmi miniszter 2010 júniusában adta át hivatalosan Bundesheer számára a híradás- és vezetésmogató fontos elemét képező CONRAD harcászati rádiókommunikációs rendszert, amely technikai rendszerkialakítása okán harc- és gépjármű-, valamint légijármű-fedélzeti, továbbá hordozható és kézi rádiókkal felépített harcászati rádióhálózatot, sőt rádióhálózat-kezelő rendszert (RAP – Radio Access Point) foglal magába.

A CONRAD rendszer egy high-tech technológia, amelyet biztonságos beszéd- és adatkommunikációs képesség, felhasználóbarát-kezelés és magas fokú flexibilitás jellemez. Ausztria alpesi körzeteiben is megbízható rádióösszeköttetések létesítésére alkalmas. A CONRAD rendszerrel az osztrák fegyveres erők is a kommunikációs technológia digitális korszakába léptek.



6. ábra. FUS-96A kézi rádiókészlet

FORRÁSOK

- Bundesheer – Waffen und Gerät – VHF-Truppenfunksystem CONRAD http://www.bundesheer.at/waffen/waf_fue_vhf_conrad.shtml (Letöltve: 2019. 06. 06.);
- CONRAD - das VHF-Truppenfunksystem des Österreichischen Bundesheeres <http://www.bundesheer.at/truppendienst/ausgaben/artikel.php?id=1031> (Letöltve: 2019. 06. 06.);
- Conrad Radio System Enters Service with Austrian Armed Forces <http://fr.viadeo.com/fr/groups/detaildiscussion/?containerId=002159fj8yppl5m1&forumId=00229f3d8mpwshll&messageId=00229f3d8mpwshll&action=messageDetail> (Letöltve: 2019. 06. 06.);
- Ein CONRAD für das Bundesheer – Militär Aktuell <http://www.militaeraktuell.at/2016/03/12/ein-conrad-fuer-das-bundesheer/> (Letöltve: 2019. 06. 06.);
- Fokus: Von der Fernmeldetruppendienstschule zur Führungsunterstützungsschule <http://www.bundesheer.at/truppendienst/ausgaben/artikel.php?id=1038> (Letöltve: 2019. 06. 06.);
- DOPPELADLER.COM / Thema anzeigen – Truppenfunksystem „CONRAD” – Bundesheer Allgemein. [http://www.doppeladler.com](http://www.doppeladler.com;);
- Das Truppenfunksystem CONRAD. DER GEBIRGSSCHÜTZE 6-7 Seite - Truppenzeitung des Hochgebirgs-Jägerbataillons 26 Spittal/Drau – Nr. 1/11 http://www.bundesheer.at/sk/lask/brigaden/jgbrig6/baon/pdf/gebirgsschuetze_01_11.pdf (Letöltve: 2019. 06. 06.);
- Mobile communication capability of austrian „soldier 2015” SMI Group. <https://www.smi-online.co.uk/documentportal/speakerprofile/150240.pdf> (Letöltve: 2019. 06. 06.);
- MILIZ info 4/2009 14-15 Seite – Truppenfunksystem https://www.bundesheer.at/pdf_pool/milizinfor/ausgabe0409.pdf (Letöltve: 2019. 06. 06.).

1. ábra. Az M1128-as tűztámogató fő fegyvere a toronyba épített 105 mm-es M68A2 típusú, huzagolt csövű harckocsiágyú



Zsig Zoltán*

A Stryker harcjárműcsalád I. rész

ÚJ DOKTRÍNA – ÚJ HARCJÁRMŰIGÉNY

1990-ben Irak megszállta Kuvaitot, és erre a váratlan eseményre az Egyesült Államok nem volt képes gyorsan reagálni a szárazföldi haderejével. A Sivatagi Pajzs elnevezésű műveletre kijelölt alakulatok felvonultatása több hónapig tartott.

A háború sikeres megvívását követő években a NATO és a Varsói Szerződés közötti szembenállás megszűnt, a Szovjetunió szétesett. 1991 után az USA hadserege hosszú ideig csak úgynevezett alacsony intenzitású konfliktusokban vett részt, többnyire békefenntartó műveleteket hajtottak végre. Ezeknél a láncaltapas, nehezebb technikai eszközök hadműveleti szinten nem voltak alkalmazhatóak, többletképességeik alapján feleslegesnek tartották őket ilyen feladatokra.

Az új körülményekből adódóan, a '90-es évek végétől új védelmi doktrínán kezdtek dolgozni. Prioritásként jelölték meg a konfliktusokba történő gyors beavatkozás kidolgozását, mint ahogy azt annak idején, a hidegháború korszaka-

kában megszokták. A váratlan helyzetek kezelésére a legkézenfekvőbb megoldásnak az tűnt, hogy sokkal rövidebb idő alatt legyenek képesek szárazföldi harci alakulatokat telepíteni bárhol a világon.

A hadosztályokon belül nagy mozgékonyaságú, egyszerűen szállítható dandár-harcscsoportok felállításáról döntöttek. A fő követelmény az volt, hogy riadóztatás esetén 96 órán belül képesek legyenek a teljes fegyverzetrel és személynél állománnyal a harctevékenységek megkezdésére a Föld bármely pontján. Egy teljes hadosztályra az időlimitet 120 órában, míg 5 hadosztály esetében 30 napban szabták meg.

Mindehhez szükségesnek látták egy, az akkor rendszerben lévő típusoknál könnyebb, új harcjármű kifejlesztését és beszerzését. A koncepciónak leginkább a kerekesebb futóművel rendelkező típus látszott a legmegfelelőbbnek. Az US Army akkoriban egyáltalán nem rendelkezett ilyen kategóriájú járművel.

A program az IAV (Interim Armored Vehicle), vagyis átmeneti páncélozott jármű nevet kapta. A jelző több tulajdonságra utalt, de leginkább arra, hogy csak ideiglenes

ÖSSZEFOGLALÁS: Az utóbbi néhány évben többször megfordultak Magyarországon az amerikai hadsereg Stryker típusú harcjárművei, hogy más NATO-tagállamokkal közös hadgyakorlatokon vegyenek részt. A Stryker harcjárműcsaládra épülő új dandár-harcscsoport állományában a típus több különböző változatát rendszeresítették.

KULCSSZAVAK: US Army, Stryker harcjárműcsalád, gumikerekes lövészpáncélos, tűzvezető jármű, légideszant képesség

ABSTRACT: Over the last some years, the Stryker-type fighting vehicles of the US Army were found in Hungary several times in order to participate in common field-exercises together with other NATO member states. Many different variants of this type have been entered into service at brigade combat team based on the Stryker fighting vehicle family.

KEY WORDS: US Army, Stryker fighting vehicle family, rubber-mounted armoured infantry fighting vehicle, fire-control vehicle, airborne capability

* ORCID: 0000-0003-2905-8487





2. ábra. M1134-es irányított páncéltörőrakéta-hordozó, a kép jobb oldalán jól látható a toronyra szerelt TOW-2-es rakéták kettős indító berendezése

megoldásnak szánták, amíg el nem készül az FCS (Future Combat System) elnevezésű harcjármű, amely jóval tovább hadrendben tartható és valóban megfelel majd a jövő követelményeinek. Úgy gondolták, hogy az átmeneti típusal egyben tapasztalatokat is szereznek az utána következő kifejlesztéséhez. Köztes típusnak számított a tömege miatt is, mivel nehezebbnek tervezték az M113-asnál, de könnyebbnek az M2/M3 Bradleynél. Teljes típusváltást azonban nem szándékoztak végrehajtani, az M2/M3 harcjárműveket és az M1-es harckocsikat továbbra is hadrendben akarták tartani. A könnyű, addig csak HMMWV (High Mobility Military Wheeled Vehicle) terepjárókkal rendelkező alakulatokat kívánták átszervezni. A járműcsalád elve alapján az új dandár-harccsoport állományában egyetlen típus több különböző változatának rendszeresítését tervezték, amelyek csak a fegyverzetben és a felszereltségben térnek el egymástól. A két legfontosabb a lövészszállító és a harckocsiágyúval felszerelt modifikáció volt.

A FŐBB KÖVETELMÉNYEK – KIVÁLASZTÁS

A kiírt tenderben a tömegadatokat úgy határozták meg, hogy a C-130-as szállító repülőgéppel szállítható legyen. A fejlesztés során a főbb követelmények közül a védetség hátrébb sorolták, a mozgékonyág, a nagyobb sebesség, valamint a szállíthatóság javára. A tüzérré nem fektettek nagy hangsúlyt, a legtöbb változatot kis tüzerejű fegyverzetrel látták el.

Több cég pályázott, köztük a United Defense is a már meglévő lánctalpas típusok, így a korszerűsített M113-as, valamint az AGV (Armored Gunned Vehicle) vegyes ajánlatával.

3. ábra. Egy M1128-as harcjármű folyamátkelésen



4. ábra. A távirányítású fegyverállvány a hőkamerával, és M2-HB géppuskával

A másik jelentkező a General Dynamics Land Systems Division volt, egy bevált kerekos típussal. Egyik vállalat sem akart kockázni, a szakemberei nem a „nulláról indulva” akartak létrehozni egy új konstrukciót, hanem kerestek egy olyan típust, amelyet már több éve gyártottak, bizonyított, és csapatszolgálatban is állt. A kanadai LAV III-as keltette fel a figyelmüket, amely a svájci MOWAG Piranha III-ason alapult. A már kiforrott harcjárművet a US Army igényei szerint kívánták módosítani.

A pályázatban szereplő nyolckerekű konstrukció tömege 16 tonna volt. A magassága torony nélkül 2,64 méter, a hossza 6,95 méter és a szélessége 2,71 méter volt. Mindezek miatt a célfelület sziluettje elég nagynak tűnt, viszont előnynek ítélték, hogy a katonák kényelmesen elérnek majd a küzdőtérben. A legnagyobb sebessége közúton 96 km/h volt és a pályázatban az szerepelt, hogy egy feltöltéssel 480 km távolságot tehet meg. Nagyjából ugyanazok voltak a jellemzői, mint a kategóriájában hozzá hasonlóaknak. A lövészeket szállító járműben a vezetők és a parancsnokok kívül 9 katona számára van hely. A ki- és beszállásukra egy nagyméretű, lenyíló ajtót alakítottak ki hátul.

A pályázatát végén a döntéshozók 2000-ben ezt a járművet hozták ki győztesnek, amelynek előnyeként a közúton elérhető nagyobb sebességet emelték ki a leginkább. További érveként hozták még fel a lánctalpas járművekkel szemben, hogy a kerekos futómű miatt csendesebb, így sokkal nagyobb az esélye annak, hogy rejtetten közelíti meg az ellenséget. Az infravörös sugárzását próbálták alacsony szinten tartani, hogy nehezsék a jármű felderítését.

A várható hosszabb élettartama és a feltelelezhető kevesebb meghibásodás a lánctalpassal szemben is előnynek tűnt. Lényeges azt is megemlítenünk, hogy gumikerekű futóművéből adódóan alkalmasabb a közúton hosszabb menetek végrehajtására. Minden rendszerére igaz, hogy könnyen és gyorsan karbantartható. Ezáltal az igényelt logisztikai háttér jóval alacsonyabb szintű, mint a Bradley és az M113 esetében.

A bekerülési ár is alacsonyabbnak ígérkezett, ekkor még 1,6 millió dollárral számoltak darabjéért. Az üzemeltetési költségeket pedig egy teljes dandárra vetítve negyedével kevesebbnek tervezték a nehéz technikával rendelkező alakulattal szemben.

A megkötött szállítási szerződés alapján a különböző változatokból hat év alatt összesen 2131 példány legyártását rendelték meg. A költségeket 4 milliárd dollárban határozták meg. Az átfegyverzés végrehajtását, 2002-től kezdve 7 dandár-harccsoportnál tervezték, évente egy-egy alakulat

számára kb. 300 darabot rendeltek. A General Dynamics Land Systems Division a gyártásba bevonta a General Motors és az Electro-Motive Division cégeket is.

2002-ben megtörtént a hivatalos névadási ceremónia is. A harcjármű-család a Stryker típusnevet kapta, két, korábban posztumusz Becsület Érdeméremmel kitüntetett hősi halott katona után. A név hangzása teljesen megegyezik a striker szóval, a csapásmérő jelentéssel utaltak az eszköz tervezett harci feladataira. A lövészeket szállító alapváltozat az M1126-os típusjelzést viselte.

FEGYVERZET, TŰZVEZETŐ RENDSZER

Mint korábban említettük, a lövészszállító alapváltozatnál legfontosabb szempont a mozgékonyság volt, így a tűzerőre nem helyeztek nagy hangsúlyt. Úgy gondolták, a békefenntartó feladatoknál elegendő a kisebb űrméretű fegyverek alkalmazása is. Nem szerepelt a tervekben torony, hogy a magasságot belül tarthassák azon a limiten, amelyet a légi szállíthatóság miatt meghatároztak. Emiatt a norvég Kongsberg cég M151 Protector távirányítású fegyverplatformját integrálták a járműre. (A platform méreténél számoltak azzal, hogy a jármű beférjen a C 130 Hercules teherterébe. – Szerk.) A lehetőségeket ez igencsak behatárolta, mivel a járműre kizárólag kisebb tűzerőű fegyvereket, a 12,7 mm-es M2–HB nehézgéppuskát és a Mk 19-es 40 mm űrméretű gránátvetőt, valamint a 7,62 mm-es M240-es géppuskát lehet felszerelni, bár ehhez már egy adapterre is szükség volt. A koncepció az volt, hogy ezzel a három fegyverrel vegyesen látják el századon belül a lövészszállító járműveket, így kiegészítve egymás tűzerőjét.

A célzást és a tüzelést a jármű parancsnoka végzi a harmincszoros nagyítású hőkamera segítségével a monitoron megjelenő kép alapján, amelyen egyébként a környező terület is megfigyelhető. A fegyverállványon infravörös szenzor, valamint arra felszerelve a harcjármű védelmét szolgáló 12 darab, 66 mm-es kódgránátvető található.

A lövészek számára a deszanttérből nemcsak az egyéni és kollektív tűzfegyvereiket, valamint a lőszer-javadalmazást tudják elhelyezni, de Javelin irányított páncéltörő rakétákat is. Ez utóbbival a harcjárműből kiszállva lehet kiegészíteni a Stryker tűzerőjét, amelynek segítségével hatékonyan küzdhetik le a páncélozott célpontokat is.

VÉDETTSÉG, FEDÉLZETI RENDSZEREK

A tömegadatokat a kezdetektől fogva kőbe voltak vésve, ez pedig behatárolta a páncélzat vastagságát, azonban mindezek ellenére arra törekedtek, hogy maximalizálják a védtettséget. Az első példányokon 2001-ben elvégzett lökísérleteken kiütköztek a realitások. Egyáltalán nem volt biztató az eredmény, a páncélzat oldalról nem adott elegendő védelmet a nehézgéppuskák ellen, emiatt több változtatást kellett eszközölni.

Később MEXAS kerámiaelemeket rendszeresítettek, amelyekkel borítva a járművet már teljesültek az elvárt követelmények, vagyis már nem ütötték át a 14,5 mm-es páncéltörő lövedékek, és ellenállt a tűzéségi gránátok repeszének is.

A Strykert kezdetben a Caterpillar 3126 típusú, 257 kW-os (350 LE) teljesítményű motorral szerelték fel, amely azonos az FMTV teherautó családnál is használttal. Így nemcsak a harcjárművek, hanem az alakulatnál rendszerezett teherautók egy része is ugyanazzal az erőforrással



5. ábra. Az alapváltozatnak számító M1126-os

rendelkezett, amely alapján alkatrészellátásuk, javítóbázisuk a logisztikai szempontból oly sokszor emlegetett csatládely alapján megegyezik. Később a hasonló, de korszerűbb Caterpillar C7-es motorokat építették a Strykerekbe.

A sebességváltó 6 előremeneti és 1 hátrameneti fokozattal rendelkezik. A jármű meghajtása változtatható, ha szükséges, akkor mind a nyolc, de ha elégséges, akkor csak négy kereket kapcsolnak össze közvetve a motorral. A blokkolásgátlós fékrendszerrel a három hátsótengelyen lévő kerekek fékezhetők. Az első két tengely kerekei kormányozhatók.

A futómű nyolc gumikerekében a levegő nyomása központilag szabályozható, ezt a terepviszonyoknak megfelelően (jó minőségű út, terep, homok/sár/hó) megfelelően állítják be. Ha a sebesség nem felel meg a levegőnyomásnak, akkor azt menet közben a vezető folyamatosan korrigálhatja.

Amennyiben az abroncs megsérül, és a nyomás csökken, vagy teljesen elszökik a levegő, a felíre szerelt Bead Lock rendszer megakadályozza a gumi lefordulását, így a teljes szétroncsolódásig korlátozott ideig, és sebességgel még elhagyhatja a veszélyessé vált harcterületet. A Strykereket csőrlővel is ellátták, amellyel önmagukat is képesek menteni.

A katonák számára légkondicionálót nem építettek be, a túlélési esélyeiket viszont növeli, hogy a belső terében három automata tűzoltó-berendezés van. A jármű vezetője

6. ábra. M1134-es irányított páncéltörő rakéta-hordozó lehajtott hátsó rámpával. Jól látható a küzdőtér egy része, és a torony bal oldalán a TOW-2-es rakéták indítócsövei





7. ábra. Az M1127-es orrán további ködgránátvetők, valamint vontatáshoz szükséges eszközök láthatók

a periszkópokon kívül egy hőkamerát is használhat, az előtte lévő képernyőt figyelve így éjszaka, rossz látási körülmények között is vezethet. A parancsnok szintén átkapcsolhat erre, lehetőséget biztosítva ezzel a szükséges terpmegfigyelések végrehajtására.

A kamerákkal megérkeztünk azokhoz a korszerű berendezésekhez, amivel a Strykerok jól vezetetten tudják végrehajtani a harcfeleadatukat, és képesek megosztani egymás közt az általuk begyűjtött adatokat. A Strykereket ennek megfelelően felszerelték a Raytheon cég FBCB2 (Force XXI Battle Command Brigade and Below Level) 21. századi dandárszintű harctéri információs rendszerével. Ez egy harcászati „internet” az alegységen és egységen belüli használatra.

A rendszer részét képezi az AN/YUK-128-as számítógép és az EPLRS (Enhanced Position Locating Reporting System), amely GPS vevőjével meghatározza a pontos földrajzi helyzetet, és azt kódolt formában továbbítani is tudja, illetve ezen kívül a többi jármű hasonló információjának vételére is képes. A jármű parancsnoka előtt egy monitoron megjelenik a saját földrajzi helyzete, valamint az alegységének többi járműve. Ezen kívül mindenki az általa felderített ellenséges célpontokat is felviszi a térképre, így nemcsak a saját erők helyzetéről kapnak átfogó képet a parancsnokok, hanem a fenyegetést jelentő harceszközökről, állásokról is. Ily módon elkerülhetőek, hogy egymás ellen intézzenek támadást, valamint koordinálhatják a célozást, hogy melyik harcjármű hogyan végezze a harc-

8. ábra. Az M1127-es egyik munkahelye



tevékenységet. A légi támogatás megszervezéséhez szintén fontos lehet ez az ismeret.

A KÜLÖNBŐZŐ FELADATÚ VÁLTOZATOK

Az M1126-os tekinthető az alapjárműnek, ezen kívül több más változatot is hadrendbe állítottak. A családra egyébként a páncélozott harcjármű gyűjtőnevet használják, azonban célszerű, ha mindegyik típusváltozatot egyenként kategorizálunk a feladata szerint.

Az M1127 FELDERÍTŐ HARCJÁRMŰ

5 katonából álló felderítő csoportot szállít a harcterületre. A megfigyelést kiszállva végzik el, vagy a járműre telepített LRAS3 (Long Range Advanced Scout Surveillance System) korszerű, nagy hatótávolságú felderítő berendezéssel. A tetőre szerelt konténerben nappali és hőkamera, valamint lézertáv mérő található. A rendszer közvetlenül becsatlakozhat az FCBC2 hálózatába, így a begyűjtött adatokat továbbítják, illetve lehetőség van azok azonnali kiértékelésére.

Az M1128 TŰZTÁMOGATÓ JÁRMŰ

A Stryker család fővonalától leginkább eltérő változat, mivel a fő fegyvere a toronyba épített 105 mm-es M68A2 típusú, huzagolt csövű harckocsiágyú. Ez lényegében megegyezik az M1-es harckocsi korai változatánál használttal, vagyis a brit L7-es leszármazottja.

Régebben az ilyen kategóriájú járműveket páncélvadásznak nevezték. Az M1128 hivatalos megnevezése Mobile Gun System, amely kifejezés a szó szerinti fordítása helyett inkább érdemes megvizsgálni a tervezett feladatát. A Stryker járművekkel felszerelt alakulatok harcát hivatott tüzelt támogatni, hogy azok a közepes harckocsik nélkül is képesek legyenek végrehajtani a feladatukat. A harckocsik szerepét természetesen nem tudja teljesen betölteni, mivel a reaktív páncélzatú modern típusok elleni harcban a 105 mm-es ágyúnak már nem sok az esélye.

A fegyver kétsíkú stabilizátorral rendelkezik, tűzgyorsasága 6 lövés percenként.

A tűzvezető rendszerével nappal és éjszaka egyaránt használható, az első lövés találati valószínűségét lézertáv mérő javítja. A löszerjavadalmazás 18 darab, ebből 8 van a töltő automatában. Az alkalmazott löszerek között megtalálható az M900 űrméret alatti leváló-köpenyes páncéltörő, az M456 kumulatív, a bunkerek, épületek ellen bevethető M393A3 rogyókúpos robbanó gránát. Az M1040 gránát az előerő leküzdésére alkalmas, a robbanást követően apró fémgolyók szóródnak szét.

Az üres hüvelyeket a töltőautomata a lövés után kiveti a torony hátsó részén. Az ágyún kívül egy 12,7 mm-es, vagy a 7,62 mm-es géppuska szerelhető a tetőre.

A jármű személyzetét 3 fő, a vezető, a lövegkezelő-irányzó és a parancsnok alkotja. Egy Stryker lövész századba 3 M1128-as, vagyis egy szakasz tartozik. Az M1128-as esetében már az elején tudni lehetett, hogy a tömege és a tornya miatt körülményes lesz szállítani C-130-assal. A tömeget megpróbálták csökkenteni, ez is hozzájárult ahhoz, hogy csak pár éves késéssel, 2008-ban került az alakulatokhoz. A Herculesen való szállításról ellentétes információk láttak napvilágot. A magasságot csökkentették és a tömegét is redukálták 18 tonnára. Megjelentek hírek, arról is,

hogy az ágyú löiránya a testhez képest korlátozott, oldalra elfordulva esetleg felborulhat a magas súlypont és hátralökő erőhöz képest alacsony tömeg miatt. Ezt többször cáfolták, illetve videókkal bizonyították az ellenkezőjét.

Az M1129 ÖNJÁRÓ AKNAVETŐ

Felső szögcsoporthoz tüzelő fegyver hordozására kialakított változat, amely együtt mozog a lövésekkel és azok harcát támogatja. A küzdőteret átalakították annak érdekében, hogy a jármű belsejéből a tetőnyílások felnyitásával képes legyen tüzelni. Ehhez az eredetileg az izraeli Soltam által kifejlesztett K6-os 120 mm-es aknavető módosított változatát használják. Az M121 típusjellel rendszeresített aknavetőt kifejezetten járművek belsejébe telepítik. A fegyver rendelkezik egy amortizációs rendszerrel, ezzel csökkentve a hátralökő erőt, így kevésbé terhelve a futóművet a tüzeléskor. A hatásos lőtávolság 7200 m, a lőszerkészletben a hagyományos gránátokon kívül világító, ködképző és végfázis vezérelt löszerek is megtalálhatók. Az M121-essel csak az M1129-esből tüzelnek, amely rögzítve van a járműben. A harctéri rugalmasságot elősegíti, hogy a háromfős személyzet számára rendelkezésre áll a 60 mm-es M224, vagy a 82 mm-es M252 aknavető. Az adott fegyverrel így a járműből kiszállva, távolabb települve képesek támogatni a lövéseket, akár nehezebb terepen is, ahol az M1129 nem tud közlekedni. Természetesen a 120 mm-es aknavető ilyen esetben a járműben kezelők nélkül marad.

A Stryker lövészszázadban egy aknavető szakasz van, két járművel, náluk a másodlagos aknavető 60 mm-es, aminek hatásos lőtávolsága 3500 méter. A zászlóalj szinten rendszeresített M1129-esekbe készültek a 82 mm-es aknavető, amely 7700 m-ig alkalmazható.

Az M1130 MOZGÓ VEZETÉSI PONT

Ezt a típust a század-, zászlóalj-, és egységparancsnokok, valamint törzsük számára rendszeresítették. Az alegységeknél, valamint a zászlóaljak szintjén egyaránt két példányt használnak, a dandár parancsnoksága pedig három speciális, a harc vezetésére alkalmas nyolckerekessel rendelkezik. Hozzájuk futnak be a többi járműtől származó információk a már említett adattovábbító rendszeren keresztül, és a monitoron kísérik figyelemmel a saját és az ellenséges erők pozícióit. Természetesen az M1130-esnek több rádiója van, amelyekkel az alárendeltekkel és a különböző parancsnoki szintekkel tartják a kapcsolatot. Önvédelemre rendelkezésre áll a távirányítású fegyverállvány is.

Az M1131 TŰZVEZETŐ JÁRMŰ

A lövész alegységek közvetlen tűztámogatását tudják irányítani. Az ellenséges célpontokat felderítik és továbbítják azok adatait a támogatást végrehajtó eszközök személyzetének. A speciális eszköztárába tartozik egy hőkamera is, amely jó időjárási viszonyok között 10 km-ig és a lézeres berendezés, amely 6 km-ig használható.

A GPS navigációs eszközzel meghatározza saját helyzetét, és ehhez képest állapítja meg a célpont koordinátáit a lézeres távolságmérő segítségével. A műholdas vezérlésű fegyverek számára ezeket az adatokat szintén fel tudják használni. Képes az önálló rávezetésre, megjelöli lézeres berendezéssel a támadás során az ellenséges objektumokat a tűzérségi lövedékek, rakéták, légibombák számára.



9. ábra. M1129-es a 120 mm-es aknavetővel

Az információt rádió, vagy az adattovábbító rendszeren keresztül küldi el a parancsnok, a saját aknavető, tűzerés, vagy a légítámogatást végrehajtók számára.

A tűzvezető csoportba 3 katona tartozik, ők kezelik a berendezéseket, rajtuk kívül a vezető és a parancsnok tartozik még a személyzethez. Több képernyőn figyelik a harcmezőt és a számítógép által szolgáltatott adatokat. Az M1131-esnek nincs távirányítású tornya, mivel a rendszer zavarná a felderítő berendezéseket, csak a tetőpáncélon lévő hagyományos állványra szerelt géppuskával rendelkezik.

Az M1132 MŰSZAKI JÁRMŰ

Aknakifordító szerkezettel szerelhető fel, így átjárók nyitására is képes. Vontatható trélerre további felszerelést málházhatnak, amelyek szükségesek lehetnek a műszaki munkákhoz. A lövések helyett műszaki szakképzettségű katonákat szállít, így együtt haladva az alakulat többi harc-járművével, azoknak segítséget nyújtanak az akadályok elhárításában. Feladatuk a műszaki záruk, aknák felderítése, majd átjárók nyitása és a biztonságos áthaladás útvonala kijelölése. A fegyverzet ennél is távirányítású állványra szerelhető.

Az M1133 SEBESÜLT SZÁLLÍTÓ JÁRMŰ

4 hordágyon fekvő, vagy 6 járóképes sebesült elhelyezésére, szállítására alkalmas. A járműben a vezetőn kívül két szanitéc utazik, akik felügyelik, és szükség esetén ellátják a sérülteket. A hordágyak behelyezését egy automatikus berakó szerkezet segíti. Az M1133-as hátsó terében a belső világítás lehetővé teszi, hogy elvégezzék a szükséges kezeléseket, orvosi beavatkozásokat, amihez minden felszerelés a rendelkezésre áll.

Az M1134 IRÁNYÍTOTT PÁNCÉLTÖRŐ RAKÉTAHORDOZÓ

A gyenge fegyverzettel ellátott könnyű dandáron belül ezzel a változattal biztosítják, hogy harcokcsikkal, vagy egyéb páncélozott célokkal való találkozás esetén is hatékonyan reagálhassanak. A legújabb tandem robbanófejes





10. ábra. M1127-es a LRAS3 felderítő berendezéssel

TOW-2-es rakétákkal még a reaktív páncélatú harckocsikat is megsemmisíthetik 4000 méteren belül, de a bunkerok, megerősített állások ellen is hatékony lehet. A kettős indító berendezés a páncéltesten kívül van, fél méterrel felette, belülről, távirányítással működtethető, onnét végzik a felderítést, indítást és a rávezetést. A rakéták újratöltése azonban csak kívülről lehetséges. A dandárok közvetlen alárendeltségébe tartozó „fegyveres” század állományában 9 M1134-es van.

Az M1135 VEGYI, SUGÁR-, BIOLÓGIAI FELDERÍTŐ

A specializált eszközeivel a különböző sugárzási szinteket mérheti, valamint mintát vehet a levegőből, talajból. A vegyi harcanyagok jelenlétét is észleli, azonosítja azokat, megál-



12. ábra. M1128-as tűztámogató hátsó nyílásai nyitott helyzetben, a nagy méretű ajtók segítik a lövészek gyors be- és kiszállítását, a muníció könnyebb bemálházását

11. ábra. Az M1129-es aknavető-hordozó belseje



lapítja a szennyezettség szintjét. A biológiai fegyverek, kórokozók jelenlétét szintén képesek megállapítani. Minden eszköz bentről működtethető, a szondák és mintavevő edények külső telepítése is.

A begyűjtött adatok alapján gyorsan észlelhetik a tömegpusztító fegyverek jelenlétét. A meteorológiai berendezéseivel méri a hőmérsékletet, páratartalmat, a szél irányát és erősségét, amely alapján meghatározhatják, hogy mely területek vannak veszélyben, merre terjedhet a szennyeződés. Az elemzést számítógépen végzik el, mindezt digitálisan továbbíthatják a megfelelő parancsnoki szintre, ahol döntenek a védelmi intézkedések életbe léptetéséről.

1. táblázat. Az M1126 Stryker technikai adatai

Üres tömeg	16,47 t
Maximális tömeg	18,12 t
Hosszúság	6,95 m
Szélesség	2,72 m
Magasság	2,64 m
Páncélzat	rétgelt MEXAS elemekkel kiegészítve, 14,5 mm-es lövedékek ellen
Fegyverzet	12,7 mm M 2 Browning géppuska vagy 40 mm gránátvető, 7,62 mm M240 géppuska
Motor	Dízel Caterpillar 3126 vagy C 7 típusú
Teljesítmény Caterpillar 3126	257 kW (350 LE)
Teljesítmény Caterpillar C 7	260 kW (354 LE)
Teljesítmény / tömeg arány (Caterpillar 3126)	15,6 kW/t (21,2 LE/t)
Teljesítmény / tömeg arány (Caterpillar C 7)	15,7 kW/t (21,5 LE/t)
Felfüggesztés	független, a mellső kettő lengőkaros, spirálrugó és olajlevegő lengéscsillapítású, a hátsó kettő lengőkaros torziós rugós lengéscsillapítású
Maximális sebesség	96 km/h
Hatótávolság	500 km (terepől függően)

A személyzet védelme érdekében a küzdőtérben túlnyomós van, így megelőzhető, hogy a kinti szennyezett levegő bekerülhessen a küzdőtérbe. A benti kezelőszerveket úgy alakították ki, hogy a katonák vegyvédelmi ruhában is tevékenykedhessenek.

HADRENDBE ÁLLÍTÁS

A rendszeresítésre elsőként a 2. lövészadosztály 3. dandárjánál került sor. A hadrendbe állítást követően 2002-ben teszteket hajtott végre a hadsereg, eközben összehasonlították a régebbi M113A3 típusal. Több száz kilométert kellett a gumikereken megtenniük, különböző nehézségű terepen. Bebizonyították, hogy képesek voltak a várt módon, a 60°-os lejtőkön is felmenni és az oldalstabilitás is megfelelő volt a jelentések szerint. A sekélyebb vizeken a gázlókéesség miatt át tudtak kelni, bár ilyen esetekben lassítaniuk kellett, hogy a felcsapódó víz ne jusson be a motorházba. A jármű nem úszóképes.

Az egész program egyik lényeges kritériuma volt, hogy a Strykeres alkalmasak legyenek a közepes méretű és nagyobb mennyiségben rendelkezésre álló C-130-as

szállítórepülőgéppel történő szállításra. Így több repülőgépet be tudnak vonni a légi szállításukba, amelyek alkalmasak a kisebb, a kijelölt harcterülethez közelebb lévő füves reptereken történő leszállásra is. Ezt követően, gyors előkészítés után rövid úton megkezdhetnék a harcfeleadatukat. 2003-ban, egy nagyobb hadgyakorlaton ki is próbálhatták az új típuscsaládot. Ennek során 293 Strykert és 1200 más járművet repülőgépekkel, hajón és szárazföldön több száz kilométerrel távolabbra telepítettek át. Egy századot Dél-Koreába hajóztak. (A C-130-assal történő légiszállítás feltételeire, lehetőségeire, és a valódi hasznára, a cikk második részében térünk ki.)

A gyakorlati tesztelés alatt azonban számos nehézséggel szembesültek. A Stryker a méretei miatt elvileg befért a C-130-as rakterébe, de a begördülés bonyolult műveletnek bizonyult. A légierő a biztonsági szempontok alapján a gyártónál és a hadseregnél is tiltakozott, elutasították, hogy a C-130-assal tovább próbálkozzanak. Egész egyszerűen az oldalfalaktól és a mennyezettől nem volt meg a megfelelő távolság a rakodás során. Végül kompromisszumos megoldás született, amely szerint a járműről több alkatrészt és berendezést, így az antennákat, a távirányítású fegyverállványt el kell távolítani, hogy felhajthassanak a rámpán a repülőgép belsejébe. A hadsereg katonáival ezt gyakoroltatták, 17 perc alatt tudták elvégezni a visszaszerelést, ez még elfogadható időintervallum volt. Ugyanakkor az előírt repülési távolságot, 1800 kilométert, a Strykerrel megterhelt C-130-as nem érte el. Így tulajdonképpen a gyakorlatban kevésbé alkalmazható képességet jelentett az, hogy a jármű paramétereit a C 130 Hercules szállítókapa-citásához igazították. Ez szűk korlátok közé szorította ugyanis a Stryker megengedett méreteit és tömegét, ami a tűzerő és a páncélvédelem rovására ment. Ha az 1800 kilométeres kritériumot sikerült volna teljesíteni, a Strykert akkor sem tudták volna a Föld bármely pontjára eljuttatni. Ez inkább csak a harctéri légiszállításra elegendő. Tehát egy teljes légi művelet csak úgy lehetséges, hogy előbb a nagyobb gépek például C 5 Galaxy-k, vagy C 17 Globemaster III-asok a hazai bázisról egy előretolt repterre dobják át Stryker-eket, és a C 130 Herculesek onnét viszik tovább a harctérhez közeli tábori repterekhez.

(Folytatjuk)

FORRÁSOK

1. Stryker Ground IAF Program - <https://www.globalsecurity.org/military/systems/ground/iav.htm> (Letöltve: 2019. 06. 28.);
2. Stryker IAV Survivability <https://www.globalsecurity.org/military/systems/ground/iav-survivability.htm> (Letöltve: 2019. 06. 28.);
3. HELL ON WHEELS: The U.S. Army's Stryker Brigade Combat Team - <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a505224.pdf> (Letöltve: 2019. 06. 28.);
4. From TransFormaTion To Combat. <https://history.army.mil/brochures/Stryker/Stryker.pdf> (Letöltve: 2019. 06. 28.);
5. Long range advance scout surveillance system - <https://www.raytheon.com/capabilities/products/lras3> (Letöltve: 2019. 06. 28.);
6. Stryker Combar Vehicles - <https://books.google.hu/books?id=t1e1CwAAQBAJ&pg=PA21&pg=PA21&dq=long+>range+advance+scout+surveillance+system+M1127&> (Letöltve: 2019. 06. 28.).

(Képek a szerző gyűjteményéből.)



16. ábra. Az argentin haditengerészet ARA SAN JUAN (S 42) tengeralattjárója egy órjáraton, a felszínen hajózik

Ott István Dániel*

Argentin tengeralattjárók az Atlanti-óceánon III. rész

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

AZ UTOLSÓ BEVETÉS, PÁRHUZAMOK

Az ARA SAN JUAN eltűnésével járó baleset előzményei nem a 2017 novemberi kifutásával kezdődtek. Az állandó bel- és külpolitikai válságok, és az államcsőd folyamatosan rányomták bélyegüket a flotta működésére.

Az egykor a világ élvonalába tartozó TR 1700-as osztályú ARA SAN JUAN tengeralattjáró 2017-ben már több mint harminc éves volt, és ezzel az időtartammal jóval túl volt a gyártó által garantált életkorán. (Elméletben ettől még – megfelelő karbantartással – használható eszköz lehetett volna.)

Az események hasonlóak a Szovjetunió szétesése után pénzügyi hiányban tengődő orosz flotta, és a KURSZK atomtengeralattjáró balesetének előzményeihez.

Érdekes először a hivatalos hírcsatornák idővonalán végigkísérni mi történt, hogy azután összehasonlíthassuk azt a valósággal.

A SAN JUAN a tűzföldi ushuai-i kikötőből hajózott ki, és északnak haladva, november 19-én kellett volna Mar del Plata tengerészeti bázisára befutnia. Feladata ezalatt a

gyakorlat, és az orvhalászok távortatása volt. Az admirális folyamatos kapcsolatban állt. Az erős viharok miatt – amennyire tudott –, teljes merülésben akkumulátoraival hajtott villanymotorjával, vagy légeriszkópját a felszín fölé dugva a dízelmotorjait is beindítva haladt.

November 15-én, 7.30-kor érkezett az utolsó jelentés a tengeralattjáróról.

Az ARMADA illetékesei két napon keresztül nem mutatnak aggodalmat, legalábbis kívülre felé nem. November 17-én azonban végül meg kellett szólalni, a szóvivők ekkor még csak jelentéktelen kommunikációs hibát emlegettek, „amely okán a SAN JUAN nem tud bejelentkezni, aggódni nem kell, mert terv szerint november 19-én úgyis ki kell kötnie, tehát nem lesz baj”. Nem kötött ki, és ekkor már minden érintett tudta, hogy baj van.

Az argentin haditengerészet hivatalosan is bejelentette, hogy a hajó eltűnt, keresik legénységével együtt. Gyorsan összeállt egy nemzetközi mentőcsapat is, annak köszönhetően, hogy a KURSZK katasztrófája után létrehoztak egy a vízalatti mentésekre specializálódott szervezetet, amely – a gyors reakálás érdekében – folyamatos kapcsolatban

* ORCID: 0000-0001-5524-6735

van a világ haditengerészeteivel.⁵³ Ekkor még úgy látszott, vagy legalábbis az volt a hivatalos közlés, hogy nagyon is számít az időtényező, mert a tengeralattjáró ugyan nincs meg, de a legénysége biztos, hogy életben van, mert körülbelül egy hétre elegendő oxigén és elégséges mennyiségű élelem, valamint ivóvíz van a hajón. Az optimistábbak abban bíztak, hogy a kommunikációs hiba után a felszínre emelkedett a tengeralattjáró, esetleg további meghibásodások után magatehetetlenül hánykolódik a hullámok tetején. Ez esetben a legénység valóban nem lett volna közvetlen életveszélyben, mert a viharokat a hajótestben biztonsággal átvészelhették. Az utolsó mért pozíció alapján lehetséges felszíni pontokat a járőr, és kutató-mentő repülőgépek hamar körbepásztázták, és ennek alapján kizárták, hogy a tengeralattjáró a felszínre jutott, de még mindig bízhattak abban, hogy ha el is merült, egy hétre elegendő levegője van a legénységnek. Ha a hajótest viszonylag sekély részen feneklett volna meg a víz alatt, akkor búvárharangokkal, mentő-tengeralattjárókkal rácsatlakozva lehetett volna esély a legénység kiszabadítására. Csakhogy nem tudták bemérni, hol lehet az immár biztosan elsüllyedt ARA SAN JUAN.

Több reményt keltő hír is érkezett: Argentína műholdas adást vett bemérni – bár ez utóbbiról nem tagadták, hogy lehetséges, hogy ez csak a tengerészek halála után automatikusan működő segélykérő rendszer jelzése. Egy amerikai P-8 Poseidon repülőgépről ledobott akusztikus bója víz alatti zajokat érzékelt, és a mentésben résztvevő angol hajók is olyan hangokat mértek be, mintha szerszámmal dörömbölnének a tengeralattjáró falán. (17 évvel korábban ugyanígy tett – ma már tudjuk mindhiába – az orosz KURSZK még életben maradt legénysége is, miután egy robbanás következtében százméteres mélységbe merültek „acélkoporsójukban”.) A SAN JUANnak tulajdonított akusztikus jelekről később kiderült, „biológia eredetűek”, és ugyanúgy nem volt közük a hajóhoz, mint a vélt műholdas adásnak.

November 20-a után a matematikai esélyek megszűntek a túlélésre, a tengeralattjáró akárhon is volt a víz alatt, azon a legénység számára az oxigén elfogyott. Ezt maga az Armada is elismerte annak tudatában, hogy a közvélemény úgy hitte, mindent megtett a legénység megmentéséért.

Az események a későbbi tényekkel kiegészítve: a november 15-i eltűnés előtti utolsó bejelentkezésénél Pedro Martín Fernández kapitány arról tájékoztatta a parancsnokságot, hogy haladás közben a légeriszkópon keresztül tengervíz jutott a hajóba, amely zárlatot, majd tüzet okozott az orrban található akkumulátor telepeknél, ezt megfékezték, és a megmaradt akkumulátorokat használják. A bajt ennek ellenére a szárazföldön is komolyan vették. Azt a parancsot küldték vissza Fernándeznek, hogy az őráratot félbeszakítva és az útvonalat lerövidítve azonnal hajózzon Mar del Plata-ba.

Ezután a kapcsolat a tengeralattjáróval megszakadt. Hogy megtudják ennek okát, egy Grumman S-2 T Tracker tengeralattjáró-vadász repülőgépet küldtek a térségbe ellenőrzésre.⁵⁴ E repülő is az Armada állapotát szemlélteti, eredetije még az 1950-es években készült dugattyús motorral, és bár korszerűsítették és gázturbinával látták el, de igencsak megérett már a cserére. Az is elgondolkodtató, hogy miért nem a jóval nagyobb hatósugarú és teljesítményű amerikai gyártmányú P-3 B Orient vetette be a tengerészet, igaz, ezek sem sokkal fiatalabbak a Trackernél.

Mivel ezzel a módszerrel sem találtak semmit, az egyetlen jó döntés a már említett nemzetközi tengeralattjáró-mentő szolgálat riadóztatása volt. Az argentinok tisztában voltak azzal, hogy gyakorlatilag semmilyen eszközük sincs



17. ábra. A két felújítás alatt álló Type 209-es és a félbeahagyott TR 1700-as típusú tengeralattjárók fődarabjai a tandanori hajógyárban

egy bajba jutott tengeralattjáró megmentésére. Alig néhány nap alatt hatalmas nemzetközi összefogással már egy egész flottányi hajó és repülő kutatott a SAN JUAN után. Ebben a koalícióban az oroszánrészt – nem meglepő módon – az USA és Oroszország képviselte, hiszen e két országnak van a legtöbb vízalatti kutató és mentő eszköze, és talán a legnagyobb tapasztalata az ilyen szerencsétlenségekkel kapcsolatban. A legváratlanabb a régi ellenfél, Nagy-Britannia önzetlen segítségnyújtása volt, több hajója is mentési szándékkal érkezett a térségbe. A hajóknak iszonyatos viharban kellett láncon haladniuk, ha rá akartak lelni a tengeralattjáróra. Mindez nem volt túl egyszerű.

Hiábavaló volt azonban minden erőfeszítés.

November 22-én jelentés érkezett a CTBTO-tól (The Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization – Átfogó Atomcsend Szerződés Szervezete), amelynek feladata a rendellenes rezonanciák, detonációk detektálása elsősorban az atomcsend betartásáért, tehát hogy kiszűrjék a bolygón bekövetkező illegális atomteszteket. Ehhez a földet behálózó szeizmikus és akusztikus nyomásmérőkkel, légköri mintavételező automata mikrolaborokkal, és egy tucat tenger alatti akusztikus érzékelővel rendelkeznek.⁵⁵ Ez utóbbiak mérték azt az akusztikus anomáliát november 15-én, ami három órával az ARA SAN JUAN utolsó bejelentkezése után volt tapasztalható a térségben. Közérthetőbben: egy robbanást, aminek forrása a tenger-

18. ábra. Az ARA SAN JUAN, vízre bocsátásra várva. A tengeralattjáró itt már közel harminc évesen a Buenos Aires-i Tandanor Hajógyárban 2008 és 2013 között elvégzett felújítás után áll a sólyán





19. ábra. Az ARA SAN JUAN felkutatására rekordgyorsasággal állt össze egy nemzetközi koalíció. A képen az amerikai haditengerészet P-8 Poseidon járőrrepülőgépe. Bár még csak néhány évvel korábban rendszeresítették, több ismert kutató-mentő akcióban bevetették, többek között a 2014. március 8-án eltűnt maláj utasszállító keresésébe is

alattjáró lehetett. A szakemberek ebből biztosra veszik, hogy a legénység egyetlen tagja sem élhette túl a szerencsétlenséget, tehát a kutató-mentő csapatok már csak egy roncsért futottak versenyt az idővel, túlélőket remélve.

A szakavatottak fejében felmerül egy újabb párhuzam. 1970. március 4-én egy olasz geofizikai laboratórium egy a Földközi-tengerről érkező detonációt érzékelt. Néhány órával az eset közre adása után a francia haditengerészet konstatálta, hogy a hanghatás a Toulontól 56 km-re merülést végrehajtó EURYDICE (S 644) dízel-elektromos tengeralattjárójuk utolsó „jelzése” volt. A mentésre induló olasz-francia expedíció már csak olajfoltotokat, és roncsdarabokat talált a felszínen, a tengerfenéken pedig a kifacsart hajótörzs volt tanúbizonysága az elemek szörnyű erejének. Az 57 fős legénység mind odaveszett.⁵⁶

Visszatérve a SAN JUAN haváriájára, a CTBTO jelentésén a közvélemény felháborodott, úgy hiszik, hogy az argentin admirális már a november 15-én, a hajón kitört tűzről szóló jelentés után tisztában lehetett azzal, hogy az eltűnés annak következménye, és így nem volt esély a túlélésre. Ennek ellenére még egy hétig hamis reményeket keltett a mentőexpedícióban és a családtagokban. Azok számára, akik jobban belegondoltak, a hírek, amelyek szerint a tengeralattjáró legénysége a fenékre ült hajótörzsben várja a segítséget, már az első napokban cáfolható volt azzal, hogy ahol a hajó eltűnt, ott 1200 méter a víz átlagmélysége. A süllyedő ARA SAN JUAN pedig 300 méter után a víznyomás hatására biztosan összeroppant.

A BALESET FELTÉTELEZHETŐ OKAI

Sokáig úgy tűnt, hogy az ARA SAN JUAN roncsai sosem kerülnek elő. Sajnos erre is akadt példa, 1968-ban a Földközi-tengeren teljes személyzetével eltűnt francia tengeralattjárót, a MINERVE-t (S 647), a mai napig nem találták meg, pedig a keresésbe még a nagy tapasztalattal rendelkező és közismert tengerkutató, Jacques-Yves Cousteau is bekapcsolódott.

Szinte napra pontosan a tragédia után egy évvel, a kereséssel megbízott Ocean Infinity tengerfenék-kutató magáncég Comodoro Rivadaviától 600 kilométerre, 920 méteres mélységben megtalálta az ARA SAN JUANt.⁵⁷ Ez sajnos még koránt sem jelenti azt, hogy megtudjuk a katasztrófa okát, ahhoz a roncsot, a maradványokat nagyon alapos vizsgálatnak kellene alávetni. Csakhogy ahhoz azokat felszínre is kéne emelni. Technikailag ez nem lehetetlen, hiszen a hetvenes évek elején a CIA egy titkos akció keretén belül, több mint ötezer méteres(!) vízoszlop alól emelte

ki a K 129 szovjet tengeralattjárót. Igaz csak részben, mert a törzs kettétört a művelet közben.⁵⁸ Az Ocean Infinity, orosz és más, főleg mélytengeri olajfúrásban érintett nemzetek képesek lennének végrehajtani a feladatot. Kérdéses azonban, hogy a gyenge argentin gazdaság tudná-e finanszírozni ezt az akciót. Bízunk abban, hogy a világ közvéleménye és többi ország tengeralattjárós közösségeinek összefogása elég ösztönzést fog adni ahhoz, hogy belevágjanak az ARA SAN JUAN kiemelésének expedíciójába. A többi ország haditengerészetének is érdeke, hogy kiderüljön pontosan mi történt az argentin tengeralattjáróval, mert az események feltárásával megelőzhetőek a későbbi hasonló okból bekövetkező balesetek.

Fentiek ismeretében:

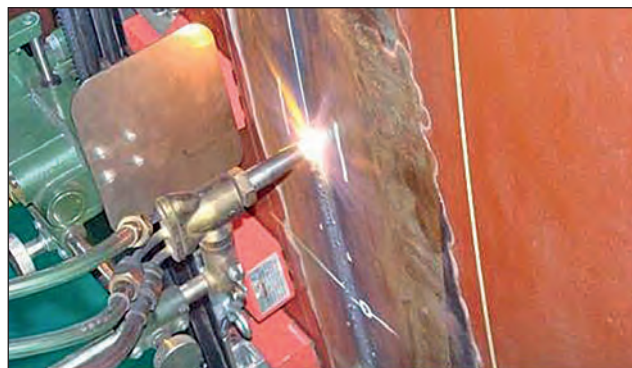
Kizárt lehetőségek:

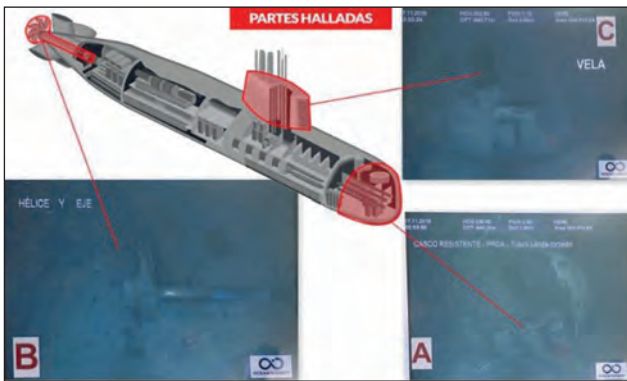
- Idegen tengeralattjáró vagy hajó támadása, esteleges szabotázs teljesen kizárt az Armada állítása szerint. Argentína nem állt hadban senkivel, és a térségben sem tartózkodott másik hajó.
- Ennek alapján egy másik hajóval történt ütközés sem merült fel baleseti okként.
- Bár egy ideig szó volt róla, hogy torpedó robbanhatott a tengeralattjárón – és az eset nem lenne egyedi, az orosz KURSJK pusztulását is saját torpedójának felrobbanása okozta –, de a haditengerészet végül elismerte, hogy békeidő lévén semmilyen éles tengeralattjáró, vagy hajó elleni fegyver, így torpedó sem volt az ARA SAN JUAN fedélzetén. (A prózaibb valóság, hogy már nincs is működőképes SST-4 és Mark 37-es torpedója az Armadának, és nem is tudta pótolni azokat.)

Valószínűsíthető okok:

- A személyzet vagy a hajó valamilyen fatális hibája, amely miatt az összeroppanási mélység, vagyis 300 méter alá süllyedtek. A tapasztalatok azt mutatják, hogy ilyenkor a víznyomás egy pillanat alatt bekövetkező detonációval roppantja össze a levegővel telt tengeralattjáró-törzset, ezt mérhette robbanásként az Átfogó Atomcsend Szerződés Szervezete november 15-én. Hasonló okok vezettek az amerikai THRESHER (SSN-593) atomtengeralattjáró katasztrófájához 1963. áprilisában.⁵⁹
- Ehhez kapcsolódóan azonnal felmerül az ARA SAN JUAN öt évig húzódó javítása, amely a törzs kettévágásával járt. A nem szakszerű illesztés és hegesztés miatt szétnyíló hajótest is lehetett baleseti ok vagy következmény, például egy még engedélyezett, de nagyobb merülési mélységben.
- A fent említettekkel összefügghet még a triviális, de nem alaptalan magyarázat, amely szerint az ARA SAN

20. ábra. Plazmavágással metszik ketté az ARA SAN JUAN törzsét, a kép a 2008 és 2013 között Tandanorban végzett javítások során készült





21. ábra. Az első vízalatti felvételek a 900 méter mélyen fekvő ARA SAN JUAN roncsairól, a képek tanúsága szerint több darabra szakadt

JUAN egyszerűen már túl öreg volt a nyílt tengeri feladatokhoz. Ne feledjük, több mint harminc éves volt. Az állandó sós környezet, az acéltest számára hatalmas nyomással járó merülések gyengítették annak anyagszerkezetét. Egy bizonyos tűréshatárig ezzel számoltak a tervezőmérnökök, ahogy azzal is, hogy a hajótest formája egy megengedett értéken belül mindig deformálódik a víz alatti nyomás hatására.⁶⁰ Egy időn túl már azonban ezek a betervezett nyomó, és húzó erők olyan roncsolást végeztek az acél kristályszerkezetében, amely annak sokjához, közérthetően, anyagfáradásos töréshez vezettek.

- A legvalószínűbb, és ma legelfogadottabb magyarázat szerint a légperiszkóp hibájából történt a baleset, amely tengervizet eresztett a hajótestbe, s így zárlat keletkezett az akkumulátorokban. Ezek ólomsav tartalma a sós tengervízzel reagálva hidrogén gázt termelt a zárt térben – a tengeralattjáró egyértelműen az – a 4%-os koncentrációban megjelent hidrogén durrangázként begyulladt, és így egy még a víznyomásnál is pusztítóbb, fedélzetten bekövetkező robbanás egy pillanat alatt végzett az ARA SAN JUAN-nal, és legénységével.

Ez sem lenne egyedi eset, 1949. augusztus 25-én a USS COCHINO (SS 345) dízel-elektromos tengeralattjáró, akkumulátorainak felrobbanását követő heves tűzben pusztult és merült hullámsírra Norvégia partjai előtt.⁶¹ Emlékezzünk vissza arra is, hogy a légperiszkópokon beszívargó víz mindig visszatérő problémát jelentett az argentin tengeralattjárókon, és feltételezhető, hogy a francia MINERVE (S 647) és az EURYDICE (S 644) pusztulását is ennek a szerkezetnek a meghibásodása okozta.⁶²

22. ábra. A roncsok elhelyezkedéséből rekonstruált számítógépes grafikán látható, hogy a torony, a torpedóvetőcsöveket rejtő áramvonalas burkolattal együtt leszakadt a hajótestről. Utóbbi részlet látható a roncsról készült vízalatti felvételen is



A roncs megtalálása és az Ocean Infinity által nyilvánosságra hozott fotók elemzése szerint a tengeralattjáró mintegy 60 méter hosszú roncsmezőt hagyott maga után a fenéken. Ez nem túl nagy, hisz az ARA SAN JUAN ép törzse is ilyen hosszú volt, persze nem lehet tudni, hogy kisebb alkatrészei nem sodródtak-e messzebbre. A három közeli fotón (21. ábra.) az látható, hogy igen nagy erejű hatás érte a törzset, mert a hajócsavar kiszakadt a helyéről, a torony letört, és a torpedóvető csöveket fedő burkolat is eltűnt a helyéről. A kérdést, hogy ezek a sérülések a feltételezett robbanás, a víznyomás, esetleg a süllyedés után a tengerfenékkal történt ütközés mechanikai hatásának a következményei, a további vizsgálatok fogják tisztázni.

A történetek után kérdéses az is, hogy például pótolják-e valaha az elveszett egységet, vagy Argentína használja-e tovább a megmaradt három, nem túl fiatal tengeralattjáróját?

A roncs kiemelése, a vizsgálatok végéig a családtagoknak marad a gyász a temetetlen hozzátartozókért, a világ tengeralattjáró közösségének pedig a tiszteletadás argentin bajtársaiknak.

FELHASZNÁLT IRODALOM

Könyvek:

- David Miller, John Jordan: Modern Submarine Warfare. Salamander Books, London, 1987.;
David Miller: Korszerű tengeralattjárók. Kossuth Könyvkiadó hn. 1994.;
David Miller: Modern Tengeralattjárók, Hajja és Fiai Kiadó, Debrecen 1993.;
Dr. Bak József – Lévai Gábor – Sárhidai Gyula: Arzenál 1985. Zrínyi Katonai könyvkiadó lapkiadó, hn. én.;
Horváth Gyula – Anderle Ádám: Fekete-fehér Perón-Che Guevara. Pannonica kiadó, hn. 2000.;
Jane's Fighting Ships 1986-87. Jane's Publishing Company, London, én.;
Jane's Fighting Ships 2004-2005. Jane's Information Group. Coulsdon, én.;
Josh Dean: The Taking of K129. Dutton. hn. 2017.;
Tony Gibbison – David Miller Korszerű Hadihajók. Kossuth Könyvkiadó hn. 1993.;
Vagyim Arisztov – Izing Antal: A Kurszk utolsó útja. Focus Kiadó, Kaposvár, én..

Periodikum:

Santiago Rivas: Military Technology, Opinion 2018/1.

A Tragedy That Should Reshape Argentinian Defence.

Internetes források:

- <https://www.aviacionargentina.net/foros/forum/fuerzas-armadas-argentina-argentina-5699-reparaciones-del-submarino-ara-san-juan/page34> (Letöltve: 2018. 02. 21.);
<https://defence.pk/pdf/threads/lest-we-forget-tcg-dumlupinar-for-our-country-was-their-last-words.307912/> (Letöltve: 2018. 03. 18.);
<http://desarrollloydefensa.blogspot.hu/search?q=TR+1700&updated-max=2008-06-15T10:42:00-07:00&max-results=20&start=0&by-date=false> (Letöltve: 2018. 02. 21.);
<http://elbunkerblog.blogspot.hu/2016/09/ara-santa-fe-el-submarino-argentino-que.html> (Letöltve: 2018.02.19.);
<http://www.elsnorkel.com/2008/11/la-fuerza-de-submarinos-de-la-armada.html> (Letöltve: 2018. 02. 21.);
<https://htka.hu/cimke/tr-1700/> (Letöltve: 2018. 02. 21.);
<http://www.hmsbrilliant.com/> (Letöltve: 2018. 02. 23.);
<news.bbc.co.uk/onthisday/hi/dates/stories/april/17/.../2847935.stm> (Letöltve: 2018.02.14.);



https://oceaninfinity.com/locates_ARA_San_ (Letöltve: 2018.11. 19.);
http://www.pravdareport.com/society/stories/16-05-2013/124586-eridis_french_submarine-0/ (Letöltve: 2018. 02. 26.);
https://www.revolvy.com/main/index.php?s...item_type=topic (Letöltve: 2018.02.16.);
<https://rickydpPhillipsauthor.wordpress.com/2016/03/03/operation-rosario-the-real-story-part-2/>;
<http://www.telegraph.co.uk/news/uknews/1387576/How-France-helped-us-win-Falklands-war-by-John-Nott.html>
(Letöltve: 2018. 02. 25.);
<https://www.timesofisrael.com/israeli-navy-presents-findings-in-sinkin> (Letöltve: 2018.02.14.);
<https://www.washingtonpost.com/archive/politics/1982/09/13/argentina-is-said-to-have-penetrated-british-sub-defense/e0993152-1174-4539-b675-65718212f91d/> (Letöltve: 2018. 02. 25.);
<https://www.wrecksite.eu/wreck.aspx?15318> (Letöltve: 2018. 02. 22.);
<http://ussnautilus.org/blog/uss-cochino-ss-345-and-uss-tusk-ss-426/> (Letöltve: 2018. 03. 18.).

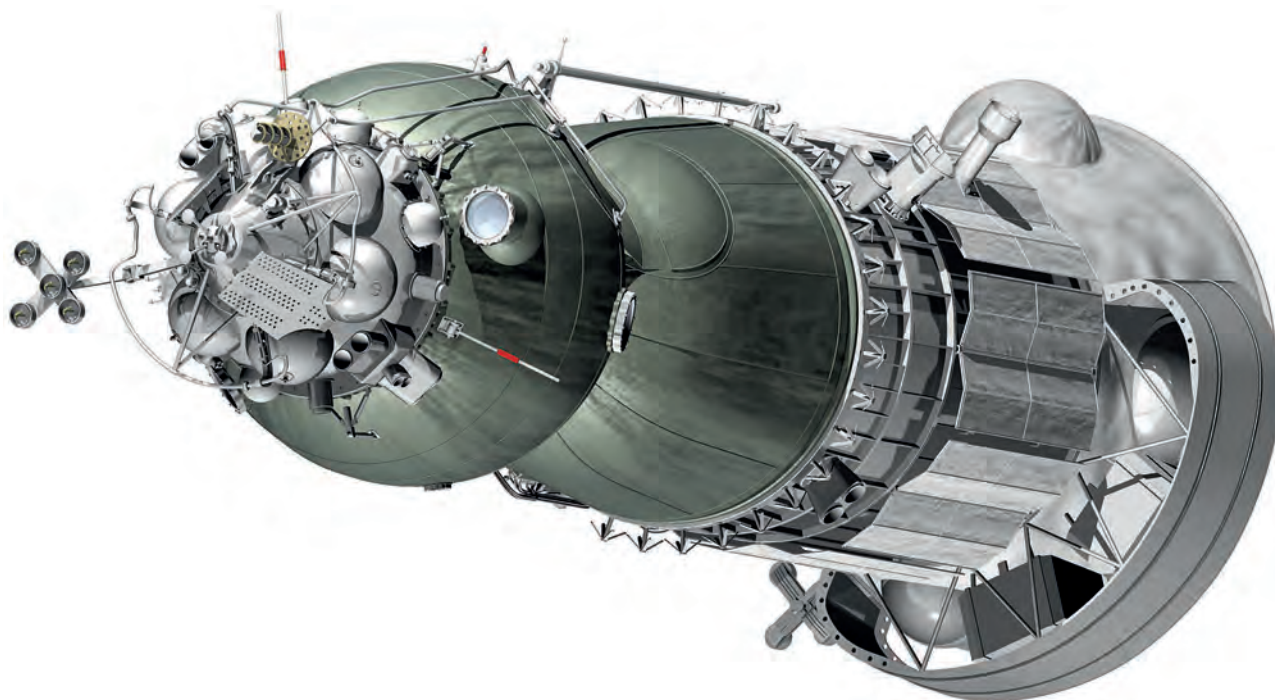
2. táblázat. Második világháború után, a nyugati világban történt (a hajók teljes süllyedésével járó) dízel-elektromos tengeralattjáró-balesetek

Nemzet	USA	Nagy-Britannia	Nagy-Britannia	Franciaország	Törökország	Nagy-Britannia	USA	Izrael	Franciaország	Franciaország	Argentína
Tenger-alattjáró név és lajstrom	USS COHINO (SS 345)	HMS TRUCULENT (P 315)	HMS AFFRAY (P 421)	SYBILLE (S 613)	TCG DUMLU-PINAR	HMS SIDON (P 259)	USS STICKLEBACK (SS 415)	INS DAKAR	MINERVE (S 647)	EURYDICE (S 644)	ARA SAN JUAN(S 42)
Baleset időpontja	1949. augusztus 26.	1950. január 12.	1951. április 16.	1952. szeptember 24.	1953. április 4.	1955. június 16.	1958. május 29.	1968. január 24.	1968. január 27.	1970. március 4.	2017. november 15.
Baleset helyszíne	Norvégiától Északra	Temze-torkolat	Alderney-től 27 km-re északkeletre	Toulon előtt Camarat-fok	Dardanellák szoros, Nara pont	Portland kikötő	Hawaii térségében	Krétától Keletre	Lyoni-öböl	Toulontól 56 km-re keletre, Camarat-fok	Comodoro Rivadaviától 600 km-re keletre
Áldozatok, túlélők száma	1 halott + 6 a mentésre érkező tengeralattjáróról, 70-81? túlélő	64 halott, 15 túlélő	teljes személyzet, 75 halott	teljes személyzet, 47 halott	93 halott, 3 túlélő	12 halott + 1 a mentőhajóról, 36? túlélő	A teljes személyzet evakuált, nem volt halott 70-81? túlélő	teljes személyzet, 69 halott	teljes személyzet, 52 halott	teljes személyzet, 57 halott	teljes személyzet, 44 halott
Balesethez vezető okok	Akkumulátorokban keletkezett hidrogén-robbanás	Ütközés a svéd Divina tank-hajóval	Ismeretlen ok, a feltételezés szerint a ballaszt tartály szelephibája	Ismeretlen ok, össze-roppanási mélység alá merült, 700 m mélyre	Ütközés a svéd Naboland teher-hajóval	Teszt hidrogén-peroxid torpedó robbanása	Feltételezés: gyakorlaton a SILVER-STEIN (DE 534) torpedó-naszáddal ütközött	Ismeretlen ok: feltételezés szerint a lég-periszkóp törése után vízzel telt a hajótest	Ismeretlen ok: feltételezés szerint a lég-periszkóp törése után vízzel telt a hajótest	Ismeretlen ok: feltételezés szerint a lég-periszkóp törése után vízzel telt a hajótest	Ismeretlen ok: feltételezés szerint az akkukban keletkezett hidrogén-robbanás
Tenger-alattjáró roncsának sorsa	Nem emelték ki, elsüllyedés helyén	Kiemelték, ócskavas	Elsüllyedés helyén, víz alatti sírhely	Elsüllyedés helyén, víz alatti sírhely	Elsüllyedés helyén, víz alatti sírhely	Kiemelték, 1957-ben céltárgyként elsüllyesztették	Nem emelték ki, elsüllyedés helyén	30 év után 1999-ben megtalálták, csak a tornyát kiemelték, sír-, műemlék	Napjainkig nem találták meg	Elsüllyedés helyén, víz alatti sírhely	2018. november 15-én 920 m mélyen megtalálták. Kiemeléséről döntenek.

JEGYZETEK

- 53 International Submarine Escape and Rescue Liaison Office – Nemzetközi Tengeralattjáró-evakuálási és mentési Összekötő Hivatal. <http://www.ismerlo.org/> 2018. 02. 26.
- 54 Santiago Rivas: Opinion Militari Technology 2018/1. A Tragedy That Should Reshape Argentinian Defence. 5. p.
- 55 CTBTO Comprehensive Nuclear-Test-BanTreaty Organization-Átfogó Atomcsend szerződés szervezete <https://www.ctbto.org/> 2018. 02. 26.
- 56 http://www.pravdareport.com/society/stories/16-05-2013/124586-eridis_french_submarine-0/ 2018. 02. 26.
- 57 https://oceaninfinity.com/locates_ARA_San_ 2018 11. 19.
- 58 Josh Dean: The Taking of K-129. Dutton. hn. 2017.
- 59 <http://nationalinterest.org/blog/the-buzz/one-the-us-navys-greatest-tragedies-the-sinking-the-uss-18296> 2018. 02. 27.
- 60 David Miller: Modern Tengeralattjárók, Hajja és Fiai Kiadó, Debrecen 1993. 8. p.
- 61 <http://ussnautilus.org/blog/uss-cochino-ss-345-and-uss-tusk-ss-426/> 2018. 03. 18.
- 62 David Miller: Korszerű tengeralattjárók. Kossuth Könyvkiadó hn. 1994. 113. p.

40. ábra. Szojuz–LOK űrhajó (Fotó: RKK Enyergija)



Schuminszky Nándor*

Verseny a Holdért – 50 év után IV. rész

Szovjet tervek a rajzasztalon

A Szovjetunióban évekig a rajzasztalokon „utaztak a Holdra”, és a végső döntést is csak 1964-ben hozták meg, amikor az Egyesült Államok már három éve a program előkészítésén dolgozott. A szovjetek még további két évet töltöttek el késztülődéssel, de a konkrét tevékenység még mindig váratott magára. Ma már tudjuk, hogy a szovjet Hold-expedíciós program megvalósításához szükséges központi finanszírozás elnyeréséért Vlagyimir Cselomej és Szergej Koroljov küzdött meg. Koroljov, akit haláláig csak „főkonstruktor”-ként ismerhetett a világ, egy éven át tartó – ma úgy mondanánk – kitartó lobbizására volt szükség, hogy az általa javasolt N1–L3 tervet fogadja el a szovjet vezetés. Jellemző tény, hogy az N1 rakéta csak az 1960-as évek második felére állt rendelkezésre; nagyjából akkorra készült el a Szojuz–LOK, a Hold körül keringő, valamint a Szojuz–LK, a Holdra leszálló egység is. Ezek összessége és a Blok-D fokozat alkotta az N1–L3 komplexumot, amely a Holdra juttathatta volna az első – szovjet – űrhajóst.

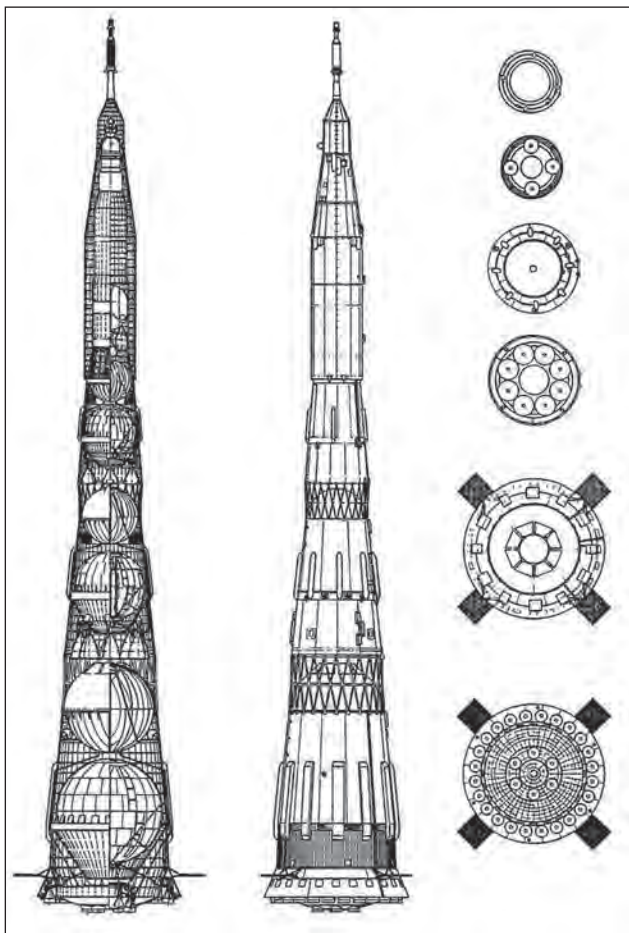
A Holdra lépési verseny a két ország között más és más módszerrel zajlott, és az amerikaiak nyerték meg. Elsőként

léptek a Holdra, mert azt nemcsak a politikusok vagy a gazdasági csoportosulások akarták, hanem az egész amerikai nép. Ilyen eltökéltség, erős akarat a szovjet politikusoknál, konstruktőröknél nem volt megfigyelhető, az egyszerű emberek pedig kimaradtak az egészből, lényegében semmiről sem tudtak.

Megismerve az amerikaiak sikereit, amelyeket a tévé és a rádió is ismertetett, az orosz emberekben felvetődött a kérdés: – A mieink vajon mikor mennek a Holdra? Nem győzték kívánni, pedig az amerikaiak sikerei mély nyomokat hagytak bennük. Az 1980-as évek végén – elsősorban a gorbacsovi „glasznosztj”-nak (magyarul: nyíltság) köszönhetően – szállingózni kezdtek a hírek arról, hogy a szovjetek a versenyben megpróbálták lépést tartani, de végül kénytelenek voltak a Holdra szállás dicsőségét átengedni az amerikaiaknak.

A Szovjetunió bekapcsolódása a Holdra szállásért folyó versenybe szigorúan politikai jellegű volt. A tudomány képviselői inkább a világűr általános kutatására vonatkozó tervekkel foglalkoztak, de még a szakemberek között sem volt teljes az egyetértés a Hold elérésével kapcsolatban.

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



41. ábra. Az N1-L3 végleges formája

Lassan ellentét alakult ki a politikai vezetés és az űrtudományok különböző területeit irányító szakemberek között. Közülük sokan dolgoztak olyan programokban, amelyeknek semmi közük nem volt a Holdhoz. Amikor végül pontosan kijelölték a feladatokat, továbbra is minden egy képzeletbeli függöny mögött, teljes titokban történt.

Az N1-L3 rakétakomplexum két űrhajóst vitt volna Hold körüli pályára, de csak egyikük szállt volna le a Holdra. Ez a terv több szempontból is nagyon veszélyes volt. A kezdet kezdetén bekövetkezett hibák, amelyeket a stratégia és a tervezés kialakításakor követtek el, olyan politikai és szakmai melléfogások voltak, amelyek következtében a terv megvalósítása kalandorság lett volna.

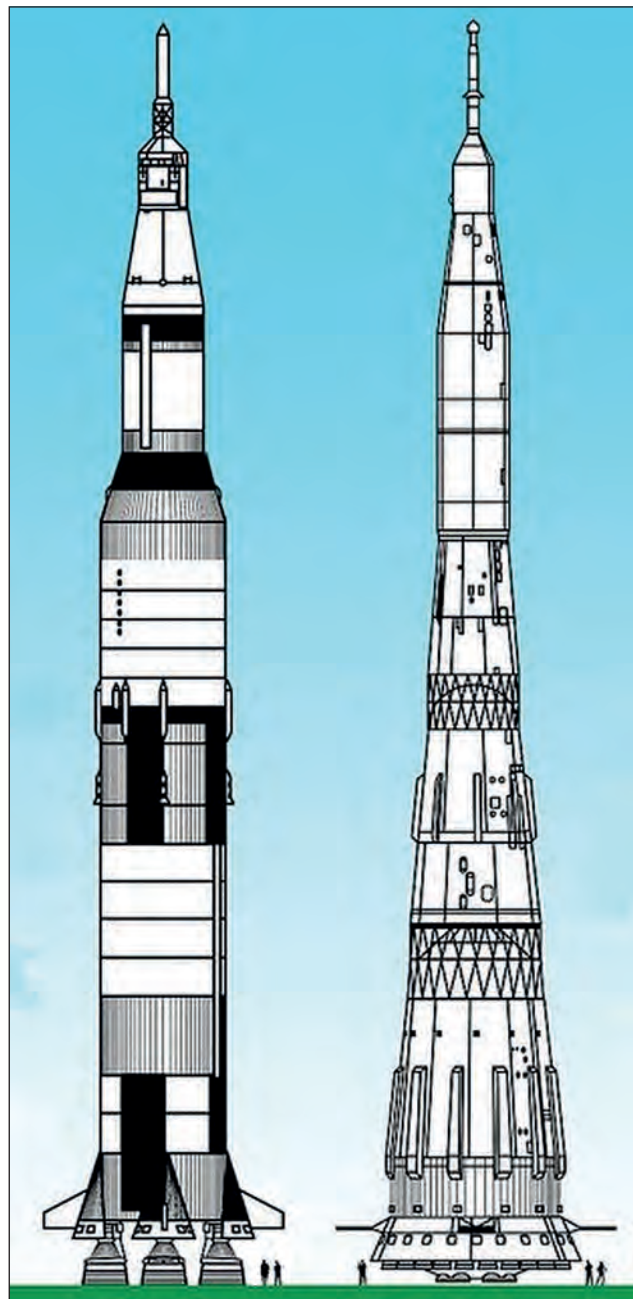
Teljesen formális a kérdés: megnyerhette volna a Szovjetunió a Holdra szállási versenyt? A válasz elvileg igen is lehetne, hiszen az N1-L3 program mellett voltak más tervek is. Borisz Csertok, a 2011 decemberében, 99 éves korában elhunyt neves rakétatervező szakember, erről így vélekedett:

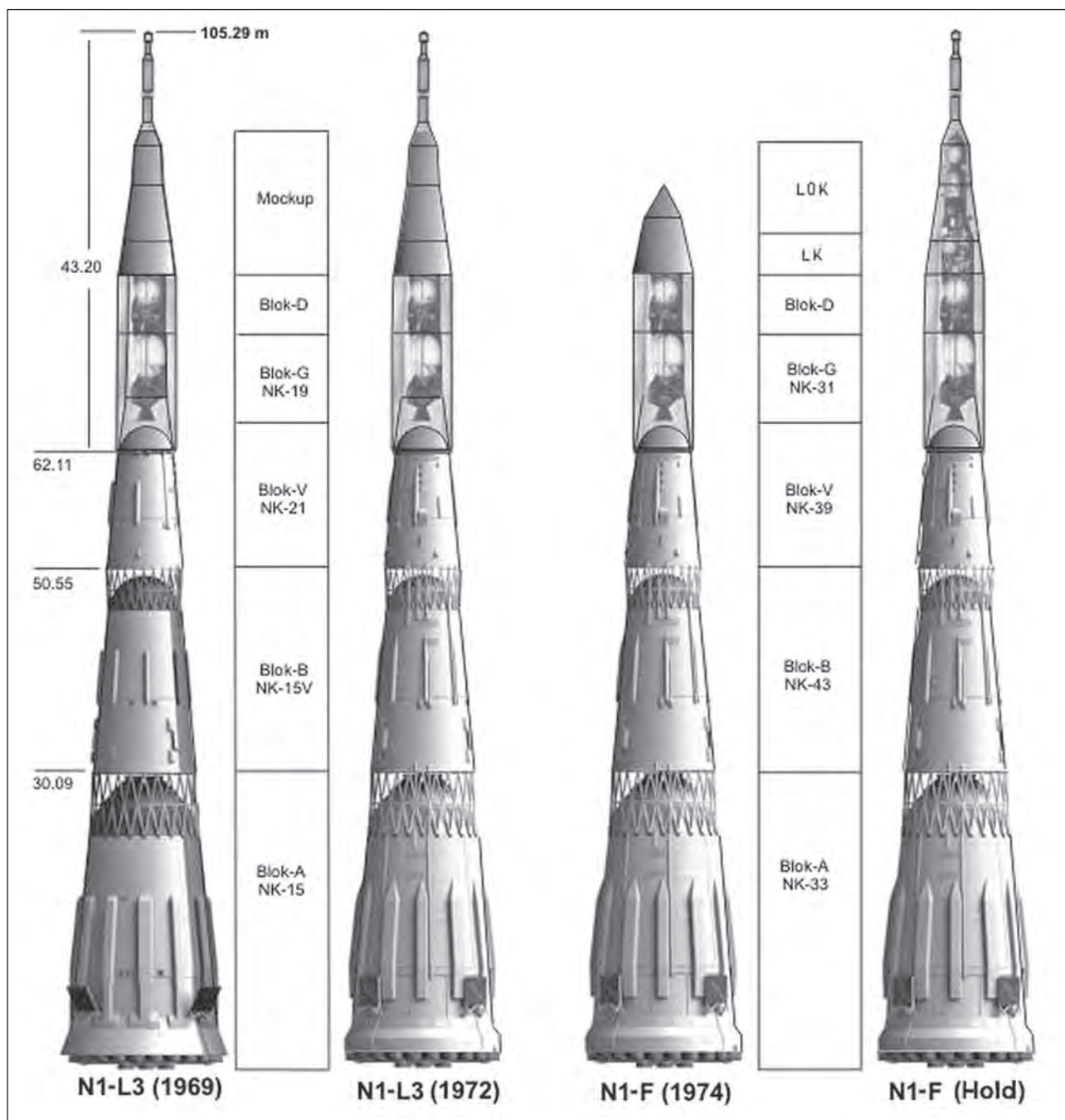
„Egyik alkalommal Cselomej meghívott a büfébe egy csésze teára. Hirtelen nekem szegezte kissé fenyegető szavait: – Ismerje be, ha 10-12 évvel ezelőtt elfogadják az én UR-700-as javaslatomat, most lenne a Holdra, sőt a Marsra való repülésre alkalmas rakétánk, amelyet senki sem tudna felülmúlni. Az UR-700 komplexumnak hiába dolgoztuk ki mindhárom fokozatát, most mindannyian érezzük annak hiányát. El kellett ismernem, hogy az UR-700 előnyt jelentett volna a számunkra. Cselomej hozzátette: annak a rakétának már volt egy háromlépcsős elődje, a már gyakorlatban is használt UR-500K és az UR-500

(Proton). Az első fokozat kilenc blokkjába egy-egy RD-270-es hajtóművet szereltek volna, tehát a teljes tolóerő elérte volna az 56,48 MN tolóerőt. Ez a tolóerő 140 tonna hasznos teher Föld körüli pályára való juttatásához lett volna elegendő. Ez a rakéta semmilyen mutatójában nem maradt volna el a Saturn-V rakétától, sőt a felső három rakétafokozat egyéb feladatokat is szériában oldhatott volna meg, függetlenül a holdprogramtól – fejezte be mondanóját Cselomej.”

A fentiekből kiindulva, ha a '60-as évek elején nem a koroljovi, hanem a Cselomej-féle elgondolás győz, akkor az 1970-es években a Szovjetunió nem csak a holdprogramot valósíthatta volna meg sikeresen, hanem komoly ellenfélként vehetett volna részt a Holdra szállás utáni új versenyben, a Mars eléréseért. Természetesen voltak olyan vélemény-

42. ábra. A Saturn-V és az N1-L3 méretarányos összehasonlítása





43. ábra. Az N1 változatai

nyek is, amelyek szerint az UR-700-as elképzelés ugyanolyan nehezen lett volna megvalósítható, mint az N1-es.

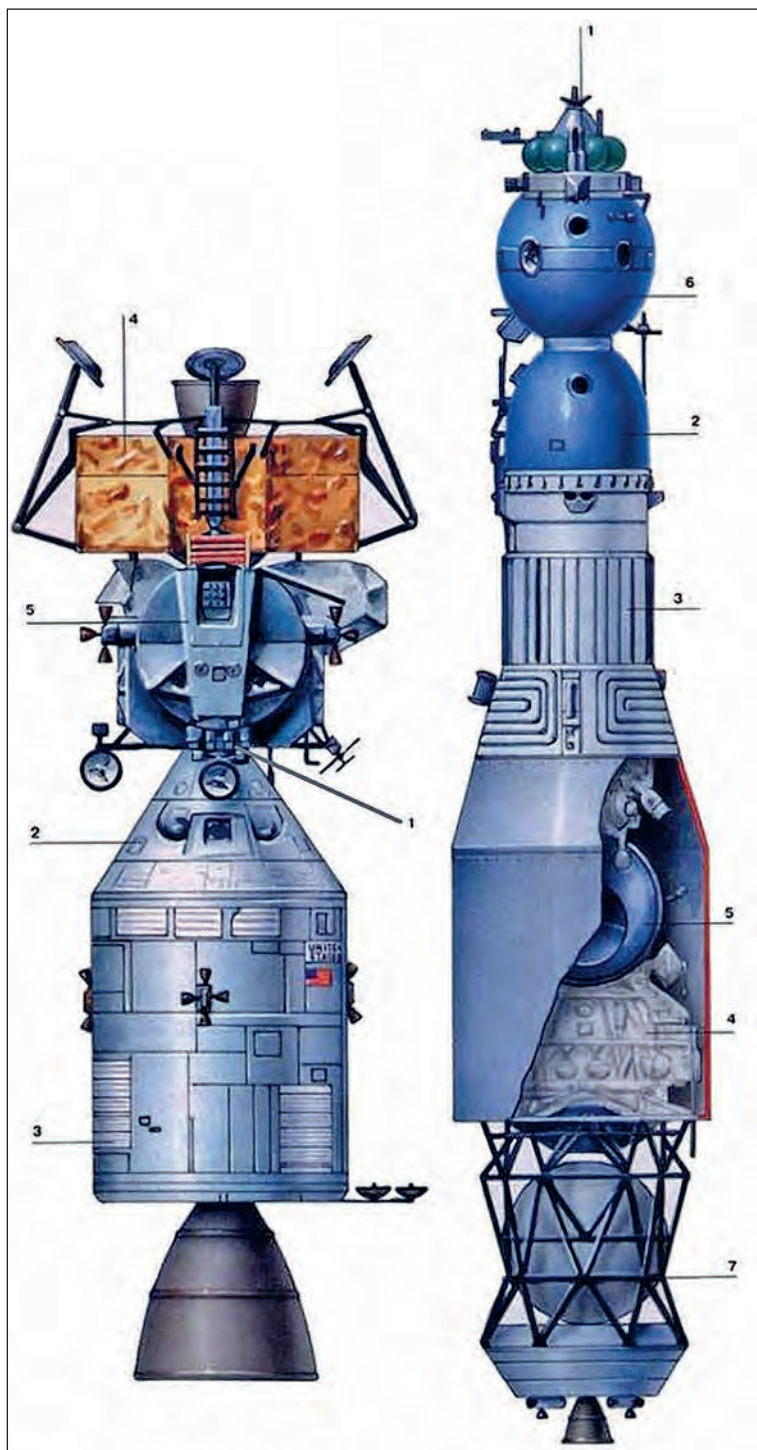
A SIKERTELENSÉG ELŐZMÉNYEI

A szovjet és amerikai űrprogram más-más utakon haladt. Az Egyesült Államokban már a kezdetektől elkülönült a polgári repüléstől és űrkutatástól a katonai űrkutatási tevékenység. A kormány határozott célja volt embert küldeni a Holdra, s erre a feladatra összpontosították figyelmüket.

A Szovjetunióban a polgári jellegű űrprogram csak egy mellékes szelete volt a katonainak. A fő figyelmet az ország védelmi oszlopát jelentő rakéták építésére összpontosított-

ták, és csak másodlagosan foglalkoztak más, polgári jellegű űrtervekkel, ideértve a holdprogramot is. Az első időszakban az N1 rakétakomplexum is az elsődleges feladatokhoz tartozott, azzal a céllal, hogy hatalmas méretű katonai űrállomások létesüljenek a Föld körüli pályán, illetve gigászi erejű, nukleáris bombát juttassanak az óceánon túlra. Ennek megfelelően az N1 hasznosterhekapacitását minimum 40 tonnában határozták meg. Erre azért volt szükség, mert ugyanebben az időszakban készült el, az Andrej Szaharov tervezte nukleáris óriásbomba, amelynek a tömege több mint 25 tonna volt, 50 megatonnás trotilal egyenértékű robbanóerővel! Párhuzamosan napirenden tartották a globális rakéták és az orbitális katonai űrállomások készítését is.





44. ábra. Az Apollo CSM+LM összehasonlítása a Szojuz LOK+LK-val
Jelmagyarázat: 1 – összekapcsoló egység, 2 – parancsnoki kabin, 3 – műszaki egység, 4 – a holdkomp leszálló egysége, az LK-nál ugyanez a felszálló egység is, 5 – a holdkomp felszálló egysége, az LK-nál űrhajós kabin, 6 – LOK orbitális kabin, 7 – Blok-D fokozat

Röviddel az első időszak után, az N1 40 tonnás hasznos teher kapacitását 60-80 tonna közöttire emelték a tervekben. A 24 darab hajtóművel ellátott első fokozat a rakéta maradék részét kb. 50 km-es magasságra emelte volna. A hajtóművek tolóerejét egyenként 1,5 MN-ra tervezték, így a teljes tolóerő elérte volna a 36 MN-t. A szabályozható tolóerejű hajtóműveket mindhárom fokozatban egy-egy

körön helyezték el, univerzális rendszert alkotva. A második fokozat (N11) kb. 20 tonna, a harmadik (N111) kb. 5 tonna hasznos terhet lett volna képes önálló indítás esetén Föld körüli pályára állítani.

Az univerzális N1-et a katonai alkalmazás mellett részegységeként, különféle tervek megvalósítására szánták, de érdekes módon e változatok között a Holdra szállás programja nem szerepelt. Ebben az időszakban a szovjet szakemberek sokkal inkább a Mars-utazás kérdéseivel foglalkoztak, mint a holdprogrammal. Az akkori megítélés szerint a vörös bolygó eléréséhez mintegy 75 tonna hasznos teher pályára állítására lett volna szükség.

Az első kritikus pont a szovjet holdprogramban John F. Kennedy elnök 1961. május 25-i kongresszusi beszédét követően jelentkezett. (Az amerikai elnök megígérte, hogy országa az évtized végéig űrhajóst juttat a Holdra.) A szovjetek azonban nem fogtak hozzá azonnal a holdutazás előkészítéséhez, hiába volt egy elgondolásuk a Hold megkerülésére, a Cselomej tervezte UR-500-as elkészítésére. A katonai célok elsőbbséget élveztek, és az UR-500-asnak – 27 tonna hasznos teherkapacitással – tömegpusztító fegyvert kellett volna Föld körüli pályára állítania.

Amikor az amerikaiak már tervszerűen készültek a Holdra szállásra, a Koroljov vezette egyes számú szovjet tervezőirodában (OKB-1) még a Szojuz tervezésével voltak elfoglalva. Az új űrhajó megvalósításával, illetve továbbfejlesztésével kívánták a kozmikus objektumok összeszerelését, és a katonai űrállomások hajtóanyag-utántöltését megoldani. Az amerikaiakkal szemben keletkezett hátrányt úgy akarták ledolgozni, hogy az új űrhajót már a holdutazással kapcsolatos feladat megoldására is felhasználják. Az elgondolás azonban még nem volt annyira kidolgozott, hogy az ember Holdra juttatását érdemben segíthette volna, és ezt követően a lemaradás nemhogy csökkent, hanem gyorsan növekedett.

Utólag visszapillantva megállapíthatjuk, hogy az űrversenyben a szovjetek mögött az amerikaiak lemaradása inkább csak formális, mint érdemi jellegű volt. Az Egyesült Államokban már az 1950-es években célul tűzték ki egy hatalmas teljesítményű rakéta megépítését, és az 1960-as évek elejére meg is születtek az első eredmények. Fokozatosan utol is érték a szovjet szakembereket mind a rakéták, mind az űrhajók építése terén. A Kennedy elnök által kitűzött cél nem légből kapott volt, megvoltak már az alapjai, és az első, komolyabb eredmények.

A szovjeteknél azonban az erős rakéta koncepcióját jelentő N1-et szinte nulláról kellett kezdeni. Az idő sürgetett, ezért a rakétatestet és a hajtóművet egyszerre, azonos időben kezdték fejleszteni. A fő konstruktőrök (Koroljov és Glusko) közötti nézeteltérések miatt, a hajtóművek fejlesztési munkálatait egy olyan repülőgépgyárban kezdték el, ahol vajmi kevés rakétagyártási tapasztalattal rendelkeztek. Az N1 hajtóműveinek minősége kulcskérdést jelentett a sikerhez, ezért új emberekkel kezdték meg a fejlesztést, akik azonban ko-

rábban soha nem vettek részt ilyen jellegű munkában. Valentyin Glusko főtervező ezért saját hajtóműveit javasolta az N1 részére, de Koroljov ezt visszautasította. A sors fintora, hogy 20 évvel később Glusko hajtóművei repítették fel az Enyergija rakétát, amelyekkel megvalósítható lett volna Koroljov elképzelése is.

Az 1960-as évek elején a szovjet vezetés részéről, a kezdeti űrsikerek alapján meggondolatlan döntések születtek. Cselomej kecssegető terve miatt 1962 áprilisában az N1 programot érvénytelenítették, de szeptemberre a politikai széljárás megfordult. A felújított programot áttekintette egy szakértői bizottság, és úgy döntöttek, hogy 1965-re a rakéta hasznos terhelésének el kell érnie a 95 tonnát, valamint Bajkonur űrrepülőtéren 1964-re el kell készülnie a megfelelő indítóhelynek is.

1964. augusztus 3-án a Szovjetunió Minisztertanácsa és az SZKP Központi Bizottsága közös állásfoglalást adott ki a Hold és a világűr kutatásával kapcsolatos munkákról. Ebben a dokumentumban az ember Holdra szállásának megvalósítása alapvető fontosságot kapott. Az eseményeket tovább gyorsította, hogy a Hruscsov 1964 októberi leváltása után hatalomra került Leonid Brezsnyev is feltétel nélkül támogatta Szergej Koroljov abszolút elsőbbségét a holdprogramban. Megállapíthatjuk tehát, hogy az 1960-as évek közepéig, a Gemini-program kezdetéig a szovjetek megelőzték az amerikaiakat, de utána már alaposan lemaradtak, hiszen a NASA 2-3 havonta indította rakétáit, űrhajóit, újabb és újabb rekordokat állítva fel.

Közben a szovjet holdprogram egyik fázisából született egy második, majd egy harmadik, de gyakorlatilag egy helyben toporogtak, semmit sem haladtak előre. 1964-ben egyszerre három – Koroljov N1-es, Jangel R-56-os és Cselomej UR-700-as – űrprogrammal foglalkoztak. Az erők és az eszközök szétforgácsolódtak, következésképpen egyik program megvalósítása sem haladt kellő lendülettel előre.

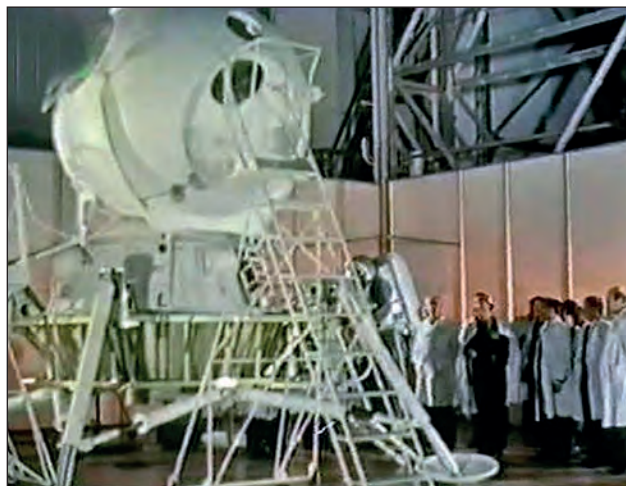
Tárgyilagosan meg kell állapítanunk, hogy a NASA holdprogramja sem született meg azonnal, de az amerikaiak nagy teljesítményű hajtóműfejlesztési munkái, illetve a Holdra szállás előkészítési folyamatosan és tervszerűen haladtak előre.

Bajkonurban 1966 februárjában kezdték el felépíteni holdrakéta számára a két startkomplexumból álló indítóállást (110P és 110L). Az N1 első példánya 1968. május 7-én jelent meg az indítóhelyen, de szerelési problémák miatt az év végéig ott is maradt. Ekkor az Apollo-8 már a Hold körül keringett, majd újabb fél év múlva az Apollo-11 startjára is sor került, de a szovjeteknél a Hold körüli pályára tervezett űrhajónak még csak a modellje volt készen.

A legnagyobb különbség a két Holdra szállási program között a rakétahajtóművekben mutatkozott. Az amerikaiak egy sor, különféle teljesítményű rakétafejlesztési tervet vizsgáltak meg, és a kiválasztottakhoz párosították a legmegfelelőbb hajtóműveket. A szovjetek egyszerre kezdték a hajtóművek és a rakéták fejlesztését, de nem tudtak nagy teljesítményű hajtóműveket létrehozni. Ezért az N1-be kisebb teljesítményű, de nagyszámú hajtóművet terveztek építeni. Olyan helyzet alakult ki tehát, mint amikor megépítenek egy hatalmas teherjárművet, de a végén derül ki, hogy nincs hozzá megfelelő erejű motor. Ekkor viszont már még több motor behelyezésével sem lehet a problémát megoldani.

Az N1 rakéta problémái

Az N1 rakéta első fokozatába 24 db NK-15 típusú, egyenként 1,5 MN tolóerejű hajtóművet terveztek. Ezt a nagy hajtómű darabszámot kis teljesítményűk tette szükséges-



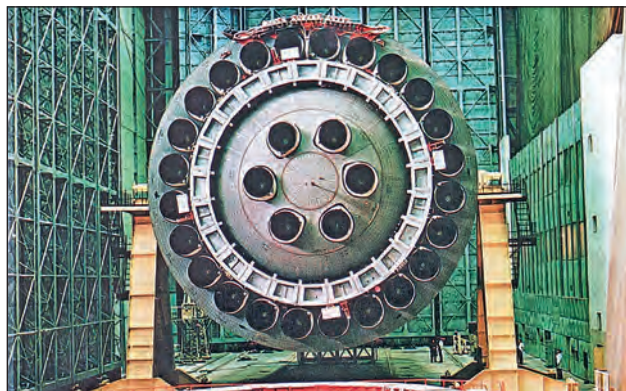
45. ábra. Egy tesztűrhajós mászik lefelé a holdkomp létráján. A holdkomp kör alakú kiszállónyílását oválisra kellett átalakítani, mert a Holdra szálló szkaferlandban az űrhajós nem fért ki rajta (Fotó: Roszszija v kosmosze)

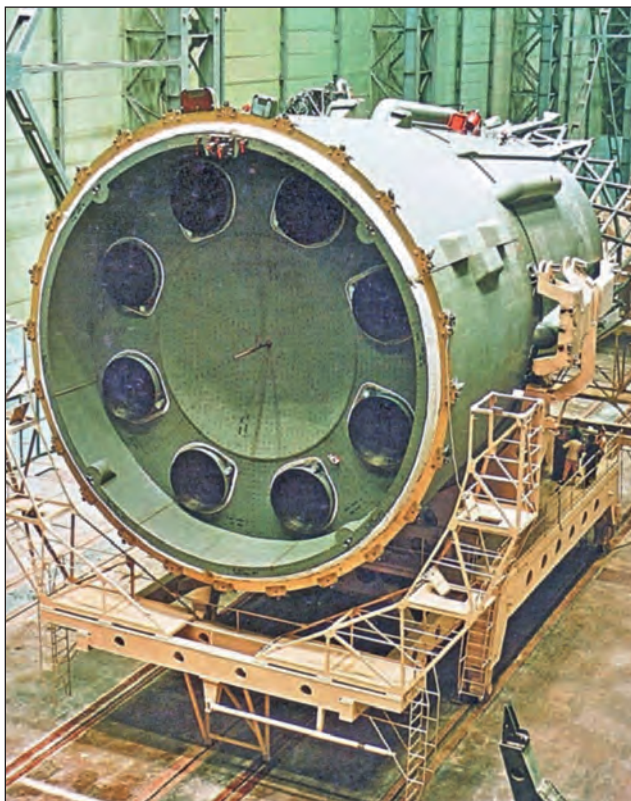
se, hiszen az F-1-es teljesítménye négy és félszerese volt az NK-15-ösének. A szovjeteknek nem sikerült a szükséges nagy teljesítményű hajtóművet megtervezni és létrehozni, és ez végzetes hibának bizonyult. Az N1 rakéta-komplexum négy indításának tapasztalatai alapján mindig az első fokozat bizonyult a gyenge láncszemnek, minden alkalommal ez mondott csődöt. Összességében ez várható volt, mert az új hajtóműveket egyetlen esetben sem próbálták ki előzetesen!

A Szovjetunióban végig ragaszkodtak ahhoz az elavult módszerhez, hogy rakétaikat – beleértve a ballisztikus katonai rakétákat is – valódi repülésben „próbálják ki”. Az egyszer használatos rakétáknál ilyen módon azonban nem lehetett használható tapasztalatokra szert tenni. A holdprogram végleges feladása után jelent csak meg a többször indítható NK-33-as típusú rakétahajtómű, amit – a történelem furcsa fintoraként – ma amerikai hordozórakétákban használnak.

Az N1-B, V, és D jelű (cirill abc szerint) – fokozatait tehát nem próbálták ki! Kísérletek ugyan voltak, de azok csak a földi próbapadokra korlátozódtak. Nem kívánjuk a blokkok technikai helyzetét elemezni, de meg kell jegyeznünk, hogy a kísérletek száma az amerikaiak által elvégzetteknek még a felét sem tette ki. Ez a helyzet azzal magyarázható, hogy a kísérleti programra nem volt elegendő pénz elkülönítve, de a teljes kísérleti program „átugrását” inkább az befolyá-

46. ábra. Az N1 első fokozata a hajtóművek felől nézve (Fotó: Roszszija v kosmosze)





47. ábra. Nyolc hajtómű a 2. fokozatban (RKK Enyergija)

solta, hogy nagyon szerették volna utolérni, illetve túlszárnyalni az amerikaiakat.

A fokozatok tökéletesítéséhez időre lett volna szükség, amit a D fokozattal végzett kísérletek eredményei fényesen bizonyítottak. Ugyancsak folytak a mentőrendszer próbái is, és bár a Szojuz-LOK egyszer sem repült, de részegységeit kipróbálták a Szojuz űrhajó (7K-OK) korai időszakában. Párhuzamosan folytak az orbitális kabin nélküli Szojuz űrhajók (7K-L1) repülései is. Ezeket Zond néven ismerjük, és közülük először az 5-ös számú tért vissza élőlényekkel a Hold térségéből, annak megkerülése után, 1968 őszén. A teljes L3-as rendszer azonban sohasem repült.

Végül öt darab N1-es készült el, ebből négy megsemmisült. Elméletileg az ötödik már csak 1974-ben repülhetett volna, de akkora már a Holdra szállás témája lekerült a

48. ábra. Négy hajtómű a 3. fokozatban (RKK Enyergija)



napirendről. Végeredményét tekintve, 10 év munkájából a Szojuz űrhajó, a nagyszerű NK-33 hajtómű és a D blokk maradt. Összességében ez csekély eredmény, de gazdag tapasztalatokkal.

Nem vitatható, hogy a rakétáknál kulcskérdés a hajtómű és a biztonság, mint ahogy az sem, hogy az N1 esetében egyik sem volt megfelelő. Egy hordozórakéta tervezésénél alapvető követelmény a hajtómű mennyiségének a meghatározása. Miért esett végül a szovjetek választása erre az 1,5 MN tolóerejű hajtóműre? Nézzük meg a lehetséges indokokat:

- a meglévő bázis alapján egy ilyen hajtóművet viszonylag gyorsan el lehetett készíteni. A 4-6-szor nagyobb tolóerejű hajtóművek gyártásához új rendszere lett volna szükség, ami jelentősen növelte volna az elkészítés időtartamát. Az idő sürgetése miatt, ez megengedhetetlen volt.
- az NK-15-öst két fokozat hajtóműveként tervezték, ami mindenképpen előnyös tényezőnek tűnt.
- a biztonságos működés szavatolása a kisebb tolóerejű rakétánál kevesebb kísérletet igényelt, és ezeket egyszerűbb volt megtervezni.
- a sokhajtóműves változatnál tartalékot lehetett képezni, ezért meghibásodás esetén ki lehetett kapcsolni a hajtóművek bármelyikét. A tolóerő olyan nagy volt, hogy az ún. KORD ellenőrzőrendszer a meghatározott értéktől való eltéréseknél működő hajtóművet minden további következmény nélkül ki tudta kapcsolni.

Voltak azonban más tényezők is, amelyek a sokhajtóműves változat mellett szóltak. Ilyen volt pl. a tolóerő-változtatás lehetősége. Ha ugyanis az első fokozatnál körben elhelyezett hajtóművekkel tolóerőt lehet változtatni, akkor ezzel magát a rakétát is irányítani lehet. Ha nincs ilyen lehetőség, akkor vagy mozgathatóvá kell tenni a fúvócsöveket, vagy a gázugár irányát. Harmadik esetben külön irányhelyesbítő rakétákat kell alkalmazni. Ezek a megoldások azonban növelik a rakéta tömegét, ami nem kívánatos.

De a tolóerő-változtatás csak akkor alkalmazható, ha a rakétahajtóművek száma sok, és azok körkörösén, a rakéta tengelyétől a lehető legtávolabb vannak elhelyezve. Ez viszont azzal jár, hogy a rakétakomplexum a talpánál jóval szélesebb lesz. Ha egy 40 tonna hasznos teher kapacitású, a tolóerő-változtatáson alapuló hordozórakétát akarunk építeni, akkor nincs szükség nagy teljesítményű rakétahajtóművekre. Ebben az esetben a tolóerő a starttömegnek az 1,2-1,5-szörösét teszi ki.

Mivel a hajtóművek száma egynél több volt, számoltak azzal, hogy néhány közülük meghibásodhat. Ezért a tolóerő-tartalékot kissé megnövelték. Az amerikaiaknál ez az érték 1,2, míg a szovjeteknél 1,5 volt. Miután a teljes tolóerő értéke ismert, azt el kell osztani a hajtóművek egyenkénti tolóerejével, akkor megkapjuk a hajtóművek darabszámát.

Ha arra a kérdésre keressük a választ, hogy a szovjet szakemberek miért mondták azt, hogy a 12 db kevés, a 24 db éppen elég a hajtóművek számát illetően, akkor alaposan meglepődhetünk, hiszen a válasz egyáltalán nem kézenfekvő. A tervezők a XX. század elején születtek, amikor még a régi mértékegységek voltak érvényben, és bizony, azokat alkalmazták munkájuk során. Ilyenek voltak pl. a verszt, a funt, a szasszeny, és gyakran a luzsinyt is használták. Ne bajlódjunk a régi mértékegységekkel, számoljunk egyszerűen a maiakkal: a starttömeg 2400 tonna, a pályára állítandó tömeg 75 tonna. Az 1,5-es állandóval számolva a tolóerő 36 MN. A Kuznyecov tervezőiroda által készített NK-15-ösök rendelkezésre álltak, nem kellett várni rájuk. A főtervezők között általánossá vált az a vélemény, hogy ez lesz a megfelelő rakétahajtómű. Senki nem tett semmit

annak érdekében, hogy egy nagy teljesítményű hajtóművet fejlesszenek a sok kicsi helyett. Úgy látták, hogy egy új rakétahajtómű tervezése és gyártása jelentős idővesztéssel járna. Végül is mindenki elkötelezte magát a tolóerő-változtatásos módszer alkalmazása mellett.

A továbbiakban egyéb problémák is felvetődtek. Az N1 első fokozatának alja közel 17 méter volt. Megfelelő eszköz híján, ilyen hatalmas szerkezetet nem lehetett az űrrepülő-térre szállítani. A gyárak, ahol a rakéták készültek, messze voltak Bajkonurtól; nem volt más megoldás, Bajkonurban kellett megtervezni és felépíteni egy gyárat a rakéta összeállításra. Ez jelentősen megnövelte az időszükségletet.

Újabb időigényes feladatot jelentett, hogy az N1-es részére nem egy, hanem egyszerre két indítóállást kellett építeni. Ennek az volt az oka, hogy a 24, de akár a 30 hajtóműves rakéta sem tudta volna biztosítani a szükséges hasznos tehernek a Hold felé való indítását; több hajtóművet pedig értelmetlen lett volna felrakni. Márpedig a 20 tonnás hasznos teher kevés volt a Holdra szállás végrehajtásához. Ezért vált szükségessé a két starthely felépítése; így egyszerre két rakétával, kétszer 20 tonnás hasznos terhet lehetett volna indítani. A minimum 40 tonna már biztosította volna egy ember Holdra szállását. Egy indítóállás esetében a második rakétát azonban csak nagyon későn tudták volna az első után indítani.

Az új gyár és a két indítóállás felépítésével nagyon elment az idő, nem beszélve arról, hogy mindez, mennyibe került. Természetesen – saját állításaik szerint – takarékosan bántak mind a pénzzel, mind az idővel, amikor a kis teljesítményű hajtóművek alkalmazása mellett döntöttek, de ma már nyilvánvaló, hogy az igazság ennek éppen a fordítottja volt. Kétség sem férhet hozzá, hogy az amerikaiak is felépítettek egy hatalmas szerelőcsarnokot, de oda már kész elemeket szállítottak a Saturn-V összeállítására, végszerelésére. Összegezve a szovjetek építési költségei kb. háromszorosan haladták meg az amerikaiakét, ráadásul a Szovjetunió űrköltségvetése összegében is jóval kisebb volt, mint az Amerikai Egyesült Államoké. Tény tehát, hogy a kísérletekre nem jutott elegendő pénz.

Problémák adódtak a szerkezeti elemek szilárdságával is, hiszen a szovjetek első alkalommal építettek 100 méternél magasabb rakétakomplexumot, amelynek mindemellett könnyűnek kellett maradnia. A tartályokban elhelyezett folyékony oxigén alacsony hőfoka, a hideg tél és a sztyeppén uralkodó erős szél, mind-mind veszélyeztette az ilyen körülmények között törékenyebbé váló szerkezeti elemek szilárdságát. Az N1 formája ahhoz a Suhovszkij-toronyhoz volt hasonlatos, amely Moszkvában a Sabalovszkán épült, még az 1920-as évek végén. A toronynál alkalmazott forma, a lehető legkisebb anyagigény mellett biztosította a kellő szilárdságot, és az N1 konstrukciója is inkább megfelelt egy stabil földi szerkezetnek, mint egy rakétának. A 24 hajtómű elhelyezése az első fokozat alját 17 méteresre szélesítette a Saturn-V 10 méteresével szemben. Ez viszont kihatott a rakéta további részeire is.

Az N1 minden fokozata kerozin és folyékony oxigén hajtóanyag-komponensekkel működött, míg a Saturn-V második és harmadik fokozatánál folyékony hidrogént és folyékony oxigént használtak. Mivel a hidrogén sűrűsége kisebb, a tárolásához szükséges tartályok nagyobbak. A Saturn-V esztétikailag is szebb, harmonikus formáját arányos tervezésnek köszönhetette.

Úgy tűnik, hogy az 1,5 MN tolóerejű hajtómű a második fokozatban már megfelelt volna, csak az első fokozat nem

illett az összképbe. A funkcionális-esztétikai egyeztetés azt követelte, hogy csökkentsék a rakéta aljának a szélességét, de a szükséges, 3-4-szer nagyobb tolóerejű hajtómű nem állt rendelkezésre. Lehetséges megoldásnak kínálkozott, hogy gyorsító rakétákat alkalmaznak, mint a Protonnál. Ebben az esetben a B fokozat tömege kb. 50 tonnára módosult volna, míg a rakétatest vastagsága 17 méterről, máris 6-7 méterre csökkenhetett. Ennek a megoldásnak további előnyei is voltak. A felső fokozatokat arra szakosodott gyárakban készíthették el, és összeszerelt állapotban szállíthatták volna Bajkonurba, ahol az összeszerelő gyár helyett csak egy végszerelő csarnok építésére lett volna szükség. A későbbiekben a gyorsító rakéták száma – feladattól függően – 6-8 darabra növekedhetett, míg összességében a költségek jelentős csökkenésével lehetett számolni.

Teljesen valószínűtlen volt, de mégis meg kell említeni azt az elképzelést is, amely szerint az első fokozatba nagyobb teljesítményű hajtóművek kerültek volna, ezáltal csökkentve az alsó átmérő nagyságát. 3 MN tolóerejű hajtóműből 15 darab, de 3,75 MN tolóerő esetén már csak 12 hajtóműre volt szükség. Az utólagos számítások igazolták, hogy 10-12 darab, 3,5-4 MN tolóerejű hajtóművel megoldhatták volna az N1 első fokozatának problémáját. A szakembergárda rendelkezésre állt, minden feltétel adott volt, hogy két változatban is létrehozassák a szükséges rakétát. Vaszilij Misin azonban a változtatható tolóerejű rakéták alkalmazásának a híve volt, és támogatói segítségével meggyőzte a döntést hozó vezetőket a kis teljesítményű hajtóművek előnyeiről. Ez persze csak találgatás, de tény, hogy a fentebb felsorolt változtatások szóba sem jöttek. A történelemben pedig a „ha” és a „lett volna” szavaknak nincs különösebb jelentőségük.

A repülőöknél létezik egy mondás, amely szerint: „A szép repülőgép, jól repül”. A szovjet tervezők, az akkori körülmények között csodát műveltek. Az N1 valóban csoda volt, hát, ha még repült is volna...

(Folytatjuk)

FORRÁSOK

- Aviacija i koszmonavtyika. 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/> (Letöltve: 2018.06.20);
- Луннаяавантюра, альтернатива была? (Kaland volt, vagy alternatíva?). <http://marsmeta.narod.ru/moonrase.html> (Letöltve: 2018.06.20);
- Nosztizyiel N1. http://www.b14643.de/Spacerockets_1/East_Europe_2/East_Europe_2.htm (Letöltve: 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 (Letöltve: 2018.06.20);
- Almár Iván (főszerk.): Űrhajózási lexikon. Budapest, Akadémiai és Zrínyi Kiadó, 1981.

(Fotók a szerző gyűjteményéből.)

Hazai részvétel a Sentinel programban

AZ EURÓPAI FÖLDMEGFIGYELÉS

A földmegfigyelés alapvetően érinti valamennyiünk biztonságát. A katonai megfigyelési eszközrendszerek technikai színvonala régóta nemzetbiztonsági kérdés és emiatt világszerte ez az innováció egyik legfontosabb területe. Az Európai Unió kezdettől fogva összekapcsolta a biztonsági és a környezetvédelmi szempontokat. Ennek a gondolatnak a leglátványosabb eredménye a Global Monitoring for Environment and Security (GMES) program, ami űrbe telepített eszközök segítségével fogalmazza és valósítja meg a földmegfigyelést. Az alapelv megfogalmazásától (1998) az első GMES iroda beindulásáig (2008) tíz évnek kellett eltelnie, hogy a megvalósítás és a működtetés anyagi és technikai feltételei megszülessenek. A GMES terv megvalósításába az ESA tagországok mellett, a 2004-ben tíz új belépővel kibővült Európai Unió államai is bekapcsolódtak. Innen kezdve már felgyorsultak az események. A program 2014-ben a *Copernicus* nevet kapta. Az Európai Közösség anyagi támogatásából és az ESA technikai tudásából létrejött a Sentinel program, ami mára már Európa büszkesége, és a földmegfigyelés globális rendszerét alkotja. A Sentinel

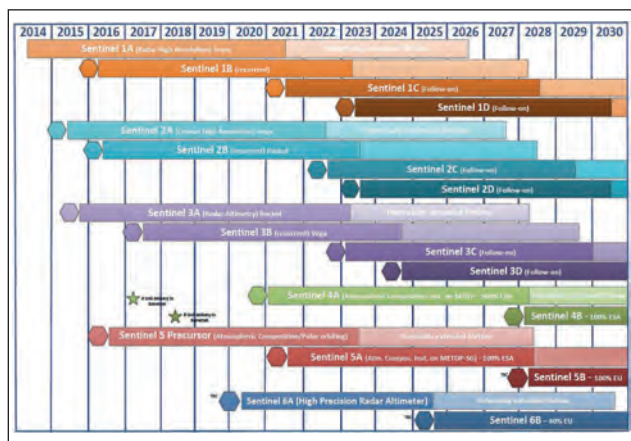
program hat különböző típusú műholdflottából áll, egy-egy flottát több (2–4) azonos műhold alkot (1. ábra). A flotta műholdjai folyamatosan készülnek. A megfigyelés eszközei flottánként eltérnek (SAR, MSI, LIDAR stb.). Egy-egy flotta specifikusan a tengerszint, az atmoszféra és a felszín multispektrális képeinek rögzítésére alkalmas. Az első indításokra a 2014 (Sentinel-1), 2015 (Sentinel-2A) és 2016 (Sentinel-3) években került sor, jelenleg már 7 Sentinel műhold teljesít szolgálatot. Ezek a műholdak azóta folyamatosan rögzítik és szolgáltatják földi környezetünk legfontosabb adatait. További tíz példány építése pedig folyamatban van.

A Sentinel-2 flotta a vizuális és infravörös megfigyelés közösségi, polgári eszköze, lényegében az amerikai Landsat, illetve az európai SPOT műholdflottákat helyettesíti, fejleszti tovább. A műhold multispektrális, 13 csatornás, kétdetektoros (VNIR és SWIR) kamerarendszerrel rögzíti a földfelszín látványát. Földközeli (880 km) poláris pályán kering, másfél óránként tesz meg egy kört. 290 km széles szalagsávot lát, s így a Föld egy-egy pontja felett 10 naponként jelenik meg. Ez a „visszatérési idő” 2 napra csökken, ha majd egyetlen pályán kering mind a négy (Sentinel-2A, B, C és D) műhold. A szatellit főbb adatai: teleszkóp: háromtükörös asztigmatikus teleszkóp SiC tükrökkel és sugárelosztóval a VNIR és a SWIR csatornához; szenzorok a fókuszcsíkban: Si (CMOS VNIR detektor), illetve HgCdTe (SWIR detektor). Szórt fény kalibráció, sötét kalibráció éjjel az óceán felett, helyi kalibráció a földi célpontok felett. Az adatregisztrálást 13 csatorna végzi, ezek adatait az 1. táblázat mutatja.

A multispektrális regisztrálás következtében a Sentinel-2 adataiból meg lehet különböztetni a földfelszín legkülönbözőbb növényi kultúráit, ami széles körű mezőgazdasági alkalmazásokra ad lehetőséget.

A Sentinel-2 fővállalkozója az EADS/Astrium óriáscég lett 2007-ben (azóta a cég neve változott, az új név: Airbus). Az Astrium már akkor a téma kiemelkedő szakértőjének számított. A SPOT flotta megvalósítójaként a földmegfigyelő műholdgyártásban ez a cég volt Európa legtapasztaltabb képviselője. A tervezési és műszaki-fejlesztési folyamatok hosszú időt vettek igénybe. A koncepció kidol-

1. ábra. A teljes Sentinel program eredeti terve



ÖSSZEFOGLALÁS: Az Európai Unió nagyszabású Copernicus programja minőségi előrelépést hoz a földmegfigyelés területén. A Sentinel-2 négy műholdjának 13 csatornája lehetővé teszi a vegetáció változásainak követését. Miskolci kutatók 2009 és 2017 között sikeresen vettek részt mind a négy műhold mechanikai-termikus alkatrészeinek a tervezésében, tesztelésében és építésében. A cikk kitér a munka rendkívüli műszaki kihívásaira. Az elért siker fontos a magyar űrpar pozicionálása és továbbfejlődése szempontjából.

KULCSSZAVAK: Földmegfigyelés, Sentinel program, magyar űrpar

ABSTRACT: The monumental Copernicus program of European Union is a qualified step forward in Earth observation. By aids of the 13 channels on 4 satellites of Sentinel-2 the changes in vegetation became well recordable. Between 2009 and 2017 Hungarian researchers in Miskolc participated successfully in mechanical-thermal structure components design, tests and construction for four satellites. Our paper deals with certain extreme technical challenges of the work. These success of Admatis is an important step forward on way of positioning and progress of the Hungarian space industry.

KEY WORDS: Earth observation, Sentinel program, Hungarian space industry

* Egyetemi tanár, Admatis Kft. ügyvezető. ORCID: 0000-0002-1864-095x

** Admatis Kft. ügyvezető. ORCID: 0000-0002-7822-4413

*** Admatis Kft. műszaki vezető. ORCID: 0000-0001-5204-7247

1. táblázat.

Térbeli felbontás	Csatorna sorszáma	Sentinel-2A		Sentinel-2B	
		Hullámhossz (nm)	Sávszélesség (nm)	Hullámhossz (nm)	Sávszélesség (nm)
10 m	2	496,6	98	492,1	98
	3	560,0	45	559	46
	4	664,5	38	665	39
	8	835,1	145	833	133
20 m	5	703,9	19	703,8	20
	6	740,2	18	739,1	18
	7	782,5	28	779,7	28
	8a	864,8	33	864	32
	11	1613,7	143	1610,4	141
	12	2202,4	242	2185,7	238
60 m	1	443,9	27	442,3	45
	9	945,0	26	943,2	27
	10	1373,5	75	1376,9	76

gozása és a rendszerszintű tervek elkészítése után 2009-ben kerülhetett sor az alrendszerek tervezésére, a tendereztetésre és a kivitelező konzorcium kiválasztására.

A MAGYAR ŪRIPAR JELENTKEZIK

A miskolci Admatis Kft. alapítása óta (2000) az űrparban dolgozik. Korábban sokzónás kristályosító berendezést (UMC) szállított a NASA-nak, majd a Nemzetközi Űrállomás kísérletezett saját habgenerátorával (FOCUS). Az ESA kapcsolatokban a nagy áttörésre sokáig kellett várnia, az Európai Unió műholdépítési tervei azonban megnyitották az utat. 2009 márciusában pályázott és elnyerte az ESA/Astrium nemzetközi tenderét, ami a Sentinel-2 MSI termikus és szerkezeti alrendszeréhez tartozó 70 alkatrész tervezési, gyártási és tesztelési feladatainak az ellátásáról szólt – mindezt két műholdra. Ezzel az Admatis a műhold építő konzorcium tagjává vált (2. ábra). A feladat teljesítését akkor egy évre tervezték, ami a valóságban négy évre elhúzódott. A tesztelés 2013 márciusában fejeződött be. A műholdak indítása ezt követően 2015. június 23-án és 2017. március 7-én történt.

A program megvalósítása minden konzorciumi tag számára nagy kihívás volt. Olyan berendezéseket kellett készíteni, amelyek 7–10 évig képesek hibátlan szolgáltatás teljesítésére. Négy példány épül belőle, mind a négy teljesen azonos teljesítőképességgel egyetlen poláris pályán, egymást követően haladva, úgy, hogy egy megfigyelési hely fölé kétnaponként érkeznek egy-egy megfigyelő. A hosszúra tervezett működési idő magas műszaki követelményekkel és szigorúbb tesztekkel járt együtt.

A miskolci székhelyű Admatis Kft. a Multi-Spectral Instrument (MSI) megépítésében kapott szerepet. Összesen hetven alkatrészt készített. Az alkatrészek között voltak fényzárók, terelők, kalibráló betétek, szerkezeti elemek, kábeltemperáló elemek. A legnagyobb feladatcsomag azonban a külső környezettel aktív termikus kapcsolatban álló radiátorok (VNIR FEEM, illetve SWIR FEEM) tervezése



2. ábra. A Sentinel-2 MSI konzorciuma

és gyártása volt. A radiátorfelületnek olyan hőleadó és hőfelvevő képességűnek kellett lennie, hogy az optikai fókuszban lévő detektorfelület hőmérséklete állandó maradjon. Az esetleges hőmérsékletingadozás rontja a jel/zaj viszonyzatot – azaz a kép minőségét –, ezért direkt kapcsolatban áll a műhold alapvető minőségi mutatóival. Egy másik feladat az elektronika által fejlesztett hő olyan mértékű elszállítása, hogy az üzemi hőmérséklet ne változzék.

A termomechanikus követelmények csúcán az a feladat állt, hogy a hőmérsékletváltozás okozta dilatáció a lehető legkisebb deformációt okozza a szerkezetben, mert az optikai defókuszt idéz elő, más szóval a kép életlenségéhez vezet, illetve inhomogenitásával jár. Az egyes alkatrészek közötti interfészekon ezért precíz illesztéseket és erősen limitált termofeszültségeket írtak elő. Egy alkatrész 3D mérőkarral végzett méretellenőrzését mutatja a 3. ábra.

Nagy gondot kellett fordítani a rendszer rugalmas viselkedésére. A startkor fellépő vibrációs terhelést az egyes



3. ábra. A VNIR FEEM radiátor méretellenőrzése az ADMATIS tisztaszobájában

alkatrészeknek külön-külön is és az összeszerelés után is maradó deformáció nélkül kellett elviselni. Mivel valamennyi alkatrész a szigorú súlyhatárok miatt vékony falú alumíniumötvözetből készült, a terveket csak hosszantartó számítógépes szimulációt követően véglegesítették.

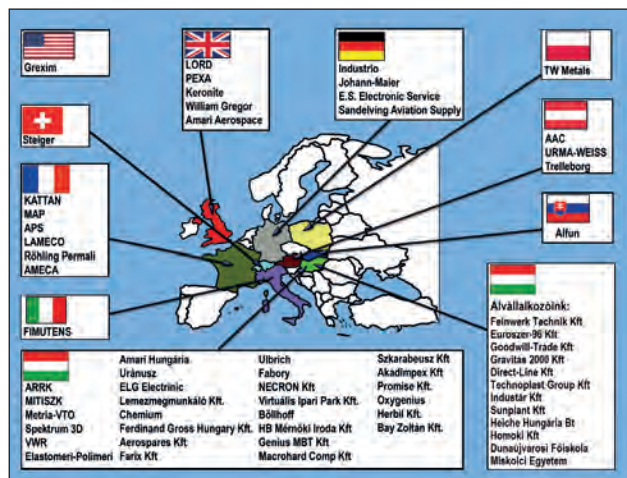
Az MSI tartós működtetésének alapfeltétele, hogy az alkatrészek mentesek legyenek a portól és a szerves szennyeződésektől, kipárolgásuk pedig minimális legyen. Az űrben uralkodó vákuum hatására ugyanis a szennyeződések és a kibocsátott gáz ellebeg a felülettől, majd a hideg felületekre – köztük a teleszkóp tükreire és a detektorokra – rakódik le. Ez a képek minőségét fokozatosan rontja, a szolgáltatások élettartamát rövidíti. Emiatt a kipárolgásra hajlamos anyagokat – például festékeket, ragasztókat és szegecseket – tisztasági és vákuumteszteknek vetették alá. A szerelési műveleteket és a csomagolást ún. „tisztaszobában” kell végezni. A megfelelő infrastruktúra megteremtése érdekében az Admatis az évek során nagy áldozatokat hozott.

A műhold hosszú távú, folyamatos, hibátlan működéséhez ismerni kell valamennyi anyag és alkatrész speciális tulajdonságait. Döntő jelentőségű, hogy a ciklikusan ismétlődő hőmérséklet-változásokat -40°C és $+80^{\circ}\text{C}$ között vákuumban hogyan viselik el deformáció nélkül az egyes alkatrészek és az összeszerelt komplex szerkezet.

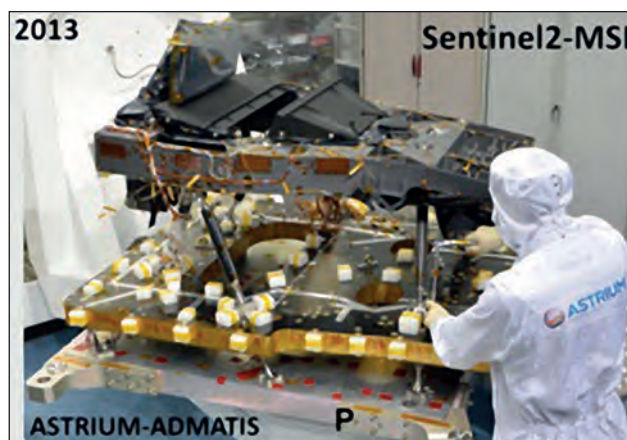
Mivel a rendkívül szigorú követelmények miatt a fém-megmunkáláskor sem az öntés, sem a hegesztés nem megengedett, az alkatrészek döntő többsége forgácsolással készült. Mivel minden műhold egyedi, lényegében az űrpar kizárólag prototípusokat épít. A fenti táblázat is mutatja, hogy a két első Sentinel (-2A és -2B) műhold tényleges műszaki adatai – bár hasonlóak – mégsem tökéletesen azonosak.

Mivel az alkatrészek felülete hol földi atmoszférával, hol pedig az űrkörnyezettel érintkezik, valamennyi fémalkatrész speciális felületkezelést kap. A felületkezelési eljárások kifejlesztését az ESA finanszírozza és kvalifikálja. Az Admatis Kft. három év fejlesztőmunkával jutott el arra a szintre, hogy ma már valamennyi strukturális alumíniumötvözethez rendelkezik űrkvalifikált felületkezelési eljárással.

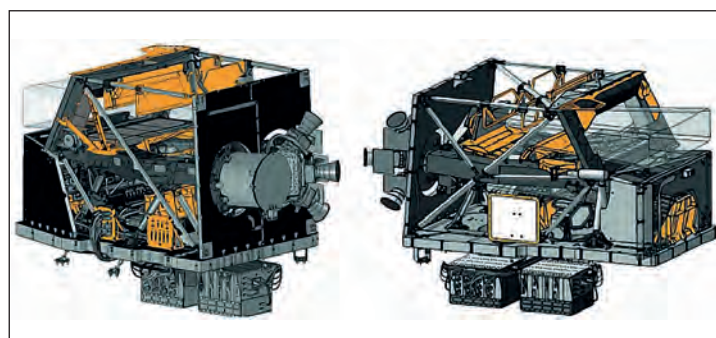
Az ESA és az európai űrpar rendkívül szigorú dokumentációs előírásai, az integrátorral folytatott folyamatos kapcsolattartás, a titoktartási és jelentési kötelezettségek, a minőségbiztosítás legfelső foka, és a munkanyelvként használt angol, az első időben szokatlan teherként jelentkezett, mára azonban már az Admatis Kft. normális munkarendjének számít.



4. ábra. Az Admatis beszállítói listája

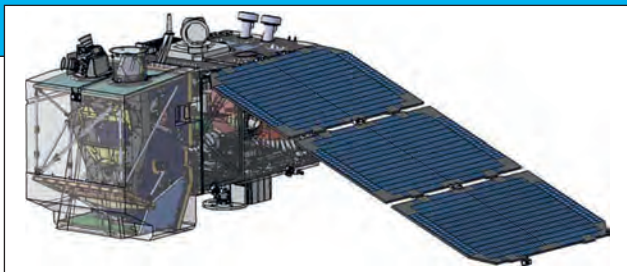


5. ábra. A Sentinel-2A MSI összeszerelése az Astrium telephelyén

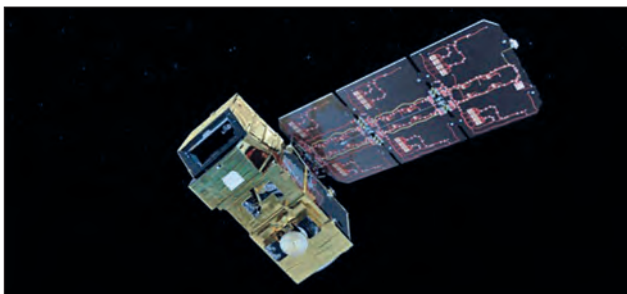


6. ábra. A Sentinel-2 MSI balról, illetve jobbról nézve. Az Admatis Kft. által gyártott alkatrészek narancs, valamint fehér színűek

A két legfontosabb tapasztalat a munka megfelelő előkészítésének és a célirányos menedzsmentnek a kiemelt jelentősége. Az Admatis Kft.-nek a Sentinel-2 első két példányának elkészítésére 47 hónapra volt szüksége (2009–2013), ennek az időnek a jó része tanulással telt el. Akadt olyan eszköz, amelynek tervezése több mint két évet vett igénybe. A gyártáselőkészítést, a gyártást és a próbákat csak sok-sok partnerrel közösen lehetett elvégezni, miután az eljárásokat a legapróbb részletekig egyeztetni kellett, illetve jóvá kellett hagyatni a megrendelővel. Az Admatis együttműködő partnereiről ad áttekintést a 4. ábra.



7. ábra. A Sentinel-2 műhold. A bal oldali rész az MSI, a jobb oldali pedig a működtetést szolgáló platform a szétnyitott napelemernyővel [2]



8. ábra. A repülő Sentinel-2A műhold a Föld felől fényképezve. A fehérítő négyzet az Admatis-féle SWIR FEEM radiátor [2]

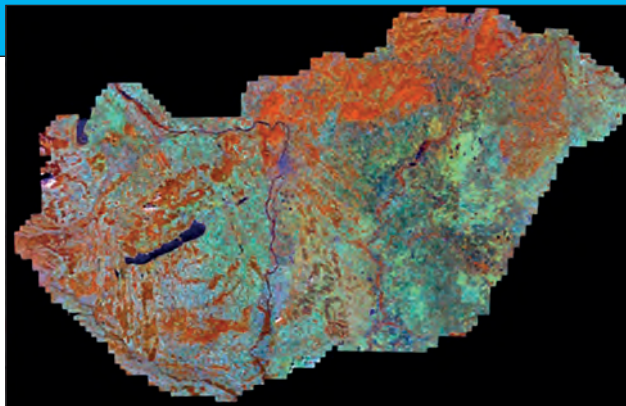
MŰHOLDOK A PÁLYÁN

A Miskolcon elkészült alkatrészeket az Airbus toulouse-i gyárában építették be a fedélzeti egységbe. A szükséges próbák után került sor a platform és a fedélzeti egység összeépítésére, a felbocsátás helyszínére történő szállításra (Kourou), majd a Vega rakétával a pályára állításra (7. ábra). Ezt követően néhány nappal a műhold megkezdte tervszerű működését (8. ábra). Az első képek megszemlélése után egyértelműen kiderült: a misszió sikerült, a Sentinel-2A a kitűzött célokat elérte (9. ábra). Azóta a Sentinel-2 holdak folyamatosan dolgoznak és minden európai állampolgár ingyenesen hozzájuthat bármelyik felvételhez.

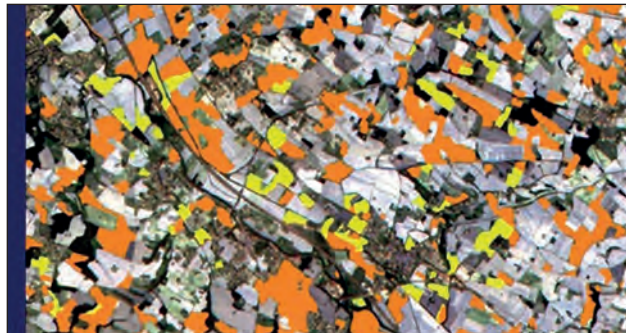
A Sentinel-2A és -2B adataiból természetesen mi magyarok is részesülünk. Budapest Főváros Kormányhivatala Földmérési Távérzékelési és Földhivatali Főosztálya (BKKH-FTFF) folyamatosan az egész országra vonatkozó, lehetőleg felhőmentes Sentinel-2 mozaikokat állít elő. A cél az, hogy egyszerűen felhasználható, egységesen feldolgozott, könnyen elérhető nagyfelbontású távérzékelési alapadatot biztosítson minden magyar állampolgár számára. Egy ilyen képet mutat a 10. ábra. A termőföldek felügyelete ma már világszerte űrfelvételek segítségével történik, egy francia példát a 11. ábra mutat.

A Sentinel-2A és -2B példányai után folytatódott a munka a -2C és -2D példányokkal. Ezek a munkák az Admatis Kft. részéről 2017 őszére sikeressé befejeződtek. A műholdak startjára várhatóan 2019–2021-ben kerül sor. Ekkor áll be az az állapot, hogy négy hold kering majd

9. ábra. A Sentinel-2A első képe Miskolcra



10. ábra. A Sentinel-2 képekből összerakott mozaik Magyarországról, BFKH-FTFF (2016. szeptember) [1]



11. ábra. Toulouse környéki termőföldek légi fotója 2015. június 27-én. Sárga: búza, narancs: napraforgó

ugyanazon a pályán 90–90 fokos követési szögekkel, és így egy-egy földi célpont felett kétnaponként halad majd át a Sentinel-2 flotta egy-egy műholdja.

Összegzőképpen elmondható, hogy a nagy európai álmom beteljesedni látszik. Az európai űrtechnika az európai emberek szolgálatába állt. Magyar részről nagy öröm és büszkeség tölthet el mindenkit, hogy aktív alkotóként magyar cégek is részt vehettek ebben a nagy nemzetközi programban, és helyet kaptak a világ leggyorsabban fejlődő cégeinek társaságában, az űriparban.

IRODALOMJEGYZÉK

1. http://mkt.hu/docs/2015-09-08-19-47-25-p7_Barczy_Pal.pdf;
2. ESA Sentinel online, Home » User Guides » Sentinel-2 MSI » Resolutions » Spatial. <https://earth.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/resolutions/spatial> (Letöltve: 2019. 06.06.);
3. ESA Sentinel online, MSI Instrument-Sentinel2-MSI. <https://earth.esa.int/web/sentinel/technical-guides/sentinel-2-msi/msi-instrument> (Letöltve: 2019. 06.06.);
4. Sentinels PDGS Industry Information Day, 5 May 2009, pg. 1.;
5. Az Európa Bizottság Közleménye, 2017 január.;
6. S. Clerc & MPC Team: S2-PDGS-MPC-DQR Issue: 19 Date: 06/09/2017.;
7. Bárczy Pál, Bárczy Tamás, Szőke János: Új sokcsatornás földmegfigyelő műholdcsalád születik, avagy a SENTINEL2-MSI-MMTH projekt technikai kihívásai. Űrtan évkönyv, 2015.;
8. Bárczy Pál, Jancsó Tamás: Földmegfigyelés. Technika magazin, 2015 február.;
9. P. Bárczy, T. Bárczy, J. Szoke: Creation of a new multispectral instrument for EO – technical challenges of SENTINEL 2-MSI-MMTH project, 1st International Conferencia on Research, Technology and Education of Space, H-SPACE 2015 Budapest, 2015. február 13.

(Fotók a szerzők gyűjteményéből.)

Dr. Hegedűs Ernő* – Szivák Petra**

Az „Autonóm on- és off-road járművek katonai alkalmazhatóságának lehetőségei” című tudományos konferenciáról – részletesen

A Haditechnika folyóirat a 2019. évi 1. számában már röviden hírt adott a Magyar Honvédség Logisztikai Központ szervezésében lezajlott *Autonóm on- és off-road járművek katonai alkalmazhatóságának lehetőségei* című tudományos konferenciáról. [5] Folyóiratunk a tudományos rendezvényről az alábbiakban részletes beszámolót és elemzést is közöl.

2015 szeptemberében megalakult Magyarországon a RECAR Autonóm Jármű Kutató Központ. Ezzel összefüggésben Magyarország Kormánya 2016 májusában döntött egy autonómjármű-tesztpálya zalaegerszegi megvalósításáról azzal a céllal, hogy hozzájáruljon a hazai járműipari kutatás-fejlesztési kapacitások erősítéséhez. A kormánydöntéssel összhangban, a zalaegerszegi járműipari tesztpálya megvalósítására, projektcélgént jött létre az Autóipari Próbapálya Zala Kft. A járműipari igények részletes feltérképezését követően 2016 végén írták ki „a tesztpálya specifikus elemekkel kapcsolatos tervezési feladatainak” elvégzésére vonatkozó pályázatot, amelyet a Főmterv Zrt. – Horiba-Mira Konzorcium nyert el. A Konzorcium külföldi tagja, a nagy-britanniai székhelyű Horiba-Mira társaság jelentős tapasztalattal rendelkezik járműipari tesztpályák tervezésében és üzemeltetésében.

A hagyományos járműdinamikai tesztek mellett az önzetű autók tesztelésére alkalmas zalaegerszegi járműipari tesztpálya alapkövét 2017-ben tették le. Az összesen 45 milliárdos beruházás első ütemének befejezése és a kész művek működése, a tervek szerint 2019 tavaszán indult. A létesítmény első három modulját 2018 év végén adták át. Ezek között van a fogadóépület, amelyben rendezvények tarthatók, a műszaki épület, amely a tesztpálya-



1. ábra. Dr. Benkő Tibor honvédelmi miniszter megnyitó beszédet mond a konferencián, háttérben a Zrínyi 2026 haderőfejlesztési program plakátja (Fotó: Kálmánfi Gábor – honvedelem.hu)

használók bázisa, továbbá a vezethetőségi próbákhoz szükséges dinamikai felület és a kezelhetőségi pálya. Elkészült a Smart City zóna első része egyes vezetéstámogató asszisztensek teszteléséhez, valamint már készül egy olyan felület is, amely a fékrendszerek tesztelésére alkalmas. Európában egyedülálló módon – túl azon, hogy a zalaegerszegi pályán különböző városi és közúti tesztkörnyezetben lehet majd vizsgálni a járműveket –, Ausztriával és Szlovéniával megállapodva, határon átnyúló teszttutak is a fejlesztők rendelkezésére állnak, így a határt keresztező infrastruktúrában is tesztelhetik az autókat. A zalaegersze-

ÖSSZEFOGLALÁS: „Autonóm on- és off-road járművek katonai alkalmazhatóságának lehetőségei” címmel tudományos konferenciát tartottak Zalaegerszegen, amelyet a Magyar Honvédség Logisztikai Központ és az Autóipari Próbapálya Zala Kft. szervezett. A konferencia – amelyen a szakterület számos hazai szakértője tartott előadást – meghatározó jelentőségű kezdő lépés volt a terepkepes autonóm katonai járművek fejlesztési programjainak megindítása irányába a Zrínyi 2026 honvédelmi és haderőfejlesztési program során. A jövőben a Magyar Honvédség is kialakíthat e helyszínen egy terep-pályát és egy kutatóbázist.

KULCSSZAVAK: autonóm jármű, on- és off-road jármű, MH LK, UGV, Zrínyi 2026 honvédelmi és haderőfejlesztési program

ABSTRACT: In Zalaegerszeg, a scientific conference entitled Possible military application of autonomous on- and off-road vehicles was held, organized by the Hungarian Defence Forces Logistic Centre and Automotive Proving Ground Ltd. The conference, at which a number of experts gave a presentation, was a decisive initiatory step towards launching development programs on autonomous military vehicles with all-terrain capability under the Zrínyi 2026 National Defence and Armed Forces Development Program. In the future, also the Hungarian Defence Forces may create a proving ground and a research base at this field.

KEY WORDS: autonomous vehicle, on- and off-road vehicle, HDF LC, UGV, Zrínyi 2026 National Defence and Armed Forces Development Program

* Mernők alezredes, PhD, NKE / National University of Public Service, ORCID: 0000-0001-8457-5044

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

gi teszt-pálya várhatóan 2021-re készül el teljesen. Az autóm jármű kutatási terület fontosságát mutatja, hogy 2018. december 14-én, a járműipari teszt-pálya-projekt második szakaszának megvalósítása érdekében az Autóipari Próbapálya Zala Kft.-ben 21,5 milliárd forintos tőkeemelésről döntött a kormány, amely teljessé teszi a 45 milliárd forintos beruházás szükséges forrását. [6] A ZalaZone teszt-pálya ünnepélyes megnyitójára 2019. május 20-án került sor.

A zalaegerszegi teszt-környezet sajátossága, hogy nemcsak a hagyományos járműdinamikai tesztek számára kínál lehetőséget, hanem a különböző vezetéstámogató aszisztens rendszerek, valamint az önvezető járművek vizsgálatára is készült. Az autóm járművek megfelelő működésének ellenőrzése egészen új típusú tesztek követel, hiszen számos olyan funkciójuk van, amelyeket a tradicionális járműipari tesztek kidolgozásakor még nem terveztek a mérnökök. A régi, hagyományos teszt-pályák csak nehezen alakíthatók át az önvezető gépkocsik igényeinek megfelelően, így természetesen előnyben vannak azok a létesítmények, amelyeket már tervezésüktől az autóm járművek és rendszereik kipróbálására építenek. Európában ilyen komplex szolgáltatásokat kínáló, a hagyományos és az önvezető járművekre együttesen fókuszáló hasonló teszt-pálya sincsen. A zalai teszt-pálya integráns része egy olyan egyetemi kutatóközpont is, amely az innováció és kutatás mellett a jövőben oktatási feladatokat is ellát majd.

A mintegy 250 hektáros területen megépített zalaegerszegi teszt-pályán önjáró, tehát vezető nélküli autót is tesztelnek majd. A teszt-pálya-projekt legfontosabb célja az önvezető járművek teljes körű vizsgálatára alkalmas teszt-környezet kialakítása, amely a járművek tesztelése mellett lehetőséget biztosít:

- az önjáró járművekhez kapcsolódó kutató laboratóriumok és szimulációs környezet létrehozására;
- az autóm járművekkel kapcsolatos K+F tevékenység végzésére, együttműködve hazai tudományos és műszaki-felsőoktatási intézményekkel;
- lehetőség biztosítása az IT szektor szereplőinek önvezető járművek és „Smart City” megoldások tesztelésére, beépítésére;
- meghatározó szerep betöltésére az autóm járművek jóváhagyó tesztesetek megalkotásában.

2. ábra. A Magyar Honvédség különleges műveleti járműve az Autóipari Próbapálya Zala Kft. központi épülete előtt
(Fotó: Hegedűs Ernő)



A jövőben várhatóan a különböző automatizáltsági fokú, majd végül a teljesen autóm járművek egymás közötti, illetve a járművek és az infrastruktúra között információcsere fog megvalósulni. Az így kialakított Kooperatív Intelligens Közlekedési Rendszerek lehetővé teszik a közlekedő járművek számára a releváns információk cseréjével a különböző forgalmi szituációkra való felkészülést, a forgalom lefolyásának optimalizálását. A hálózati kapcsolatra példa az Európai Unióban várhatóan kötelezővé váló eCall rendszer, de távolabban fejlődni fog az egyes járművek, illetve infrastruktúra-elemek körül adott távolságban lévő többi járművel automatikusan kialakított helyi hálózati rendszer is, amelyen keresztül a járművek saját szenzorai hatótávolságán kívülről is kaphatnak a forgalmi helyzetről információt. Fokozatosan fejlődnek az autóm járművek területének fejlesztését lehetővé tevő jogi szabályzók is. [6, 3]

2018. november 12-én „Autóm on- és off-road járművek katonai alkalmazhatóságának lehetőségei” címmel tudományos konferenciát szerveztek Zalaegerszegen, az autóipari próbapályán. A konferenciát a Magyar Honvédség Logisztikai Központ, illetve a zalaegerszegi Autóipari Próbapálya Zala Kft. szervezte. A konferencia kiemelt célja volt, hogy megvizsgálja az autóm on- és off-road járművek katonai alkalmazhatóságának elméleti lehetőségeit.



3. ábra. Dr. Palkovics László innovációs és technológiai miniszter nyitó beszéde a konferencián, háttérben a Magyar Honvédség Logisztikai Központ és az általa működtetett Haditechnika tudományos folyóirat plakátja (Fotó: Kálmánfi Gábor – honvedelem.hu)

A konferencián megjelent és előadást tartott, illetve szólt a hallgatósághoz dr. Benkő Tibor honvédelmi miniszter; dr. Palkovics László innovációs és technológiai miniszter; dr. Szalay Zsolt, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépjárműtechnológiai Tanszékének vezetője; dr. Porkoláb Imre ezredes, a Kormánybiztosi Hivatal kutatás-fejlesztési és innovációs szakreferense; dr. Kiss Péter egyetemi tanár, a SZIE Gépészmérnöki Kar dékán-helyettese; dr. Háy András, az Autóipari Próbapálya Zala Kft. ügyvezető igazgatója; továbbá Baráth István dandártábornok a Magyar Honvédség Logisztikai Központ parancsnoka is. A konferencián részt vett a Tudományos Újságírók Klubjának néhány fős delegációja is.

A ZALAEGERSZEGI AUTÓIPARI PRÓBAPÁLYA

A zalaegerszegi próbapálya célja, hogy mind a klasszikus mechanikus, gépészeti-mechatronikai jellegű autóipari tesztek (futómű, kormányzó, gumibroncs, motorika stb.), mind a korszerű, elsősorban informatikai, távközlési, tele-





4. ábra. A zalaegerszegi autóipari tesztpálya fogadóépületének számítógépes modellje

metriai (radar, lidar, GPS stb.) tudományos-ipari alapokon nyugvó autonóm járműteszttekhez szükséges háttérrel biztosítsa. [1, 2]

A pálya részeként egy „okosváros” (Smart City Zone) is létrehozásra kerül. Itt minden olyan forgalmi helyzetet ki lehet próbálni, amellyel egy önvezető vagy elektromos jármű a kis sebességű, jellemzően városi környezetben közlekedésben találkozhat.

A tesztpálya az önvezető járművek fejlesztéséhez szükséges 5G-s informatikai hálózattal is rendelkezik majd. A zalaegerszegi autóipari próbapályán emellett teljes körű V2X rendszer telepítése tervezett. A jelen feladat keretében megtervezett, a rádiós egységeket tartó oszlopokkal, és az alapul szolgáló háttér optikai hálózattal lehetővé válik a rendszer kialakítása, központból való vezérlése, konfigurációja, irányítása. Az alapvetően wifi alapú V2X rendszer mellett a próbapályán a projekt része egy helyi LTE/5G mobilkommunikációs hálózati rendszer kialakítása is, amely további lehetőséget biztosít majd a járművekről tesztadatok gyűjtésére, illetve fejlesztés alatt álló kommunikációs protokollok és eszközök tesztelésére.

Az úgynevezett Smart City Zone tesztpálya modul autonóm és összekapcsolt járművek alacsony sebességű tesztjei számára készült. Városi közlekedési körülményeket biztosít, ami a jelenleg meglévő tesztpályáknál sokkal több, különféle települési környezeti, forgalmi, forgalomtechnikai és járműdinamikai vizsgálati körülményt kínál a tesztelésre. A területen az úthálózatot különböző sávszámmal, burkolattal, geometriával alakítják ki, a kereszteződések és körforgalmak pedig szintén a közutakon fellelhető változatos-

ságot próbálják leképezni. A Smart City Zone egy részén változtatható homlokzatú épületek is szegélyezni fogják az utakat. A városi tesztkörnyezetben a kommunikációs technológiák teljes spektruma elérhető lesz a wifi alapú technológiákon keresztül, az intelligens közlekedésirányítási rendszerektől a celluláris technológiákig (5G teszthálózat). A városi tesztkörnyezet az alacsony sebességek és struktúrált közúti környezet szimulálásával a különböző mértékben automatizált járművek viselkedésének vizsgálatára szolgál valós közlekedési szituációkban. Az autonóm járművek viselkedésének vizsgálatát a tesztelés célja határozza meg az alábbiak szerint:

- akadályfelismerés, kikerülés valós forgalmi szituációkban;
- kanyarodási tesztek nem belátható csomópontokban;
- gyalogos-átkelőhelyek érzékelése;
- szenzortesztek, különböző valós és hamis visszaverődések vizsgálata;
- árnyékoló mű hatásának vizsgálata;
- jelzőlámpás forgalomirányítás felismerése;
- közlekedés vizsgálata parkolási környezetben;
- autonóm tehergépkocsik manőver-vizsgálata logisztikai udvarban.

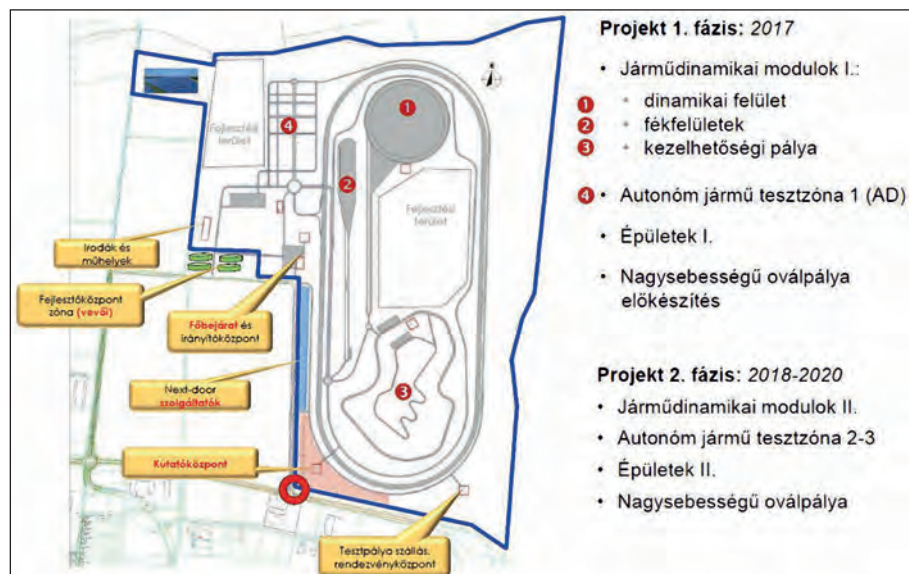
A *kis- és nagysebességű kezelhetőségi pálya* a kormányzás, az ESP és egyéb, a járművek menetdinamikájára ható rendszerek tesztelésére szolgáló elemek. A járművek vizálósági tesztjeire szolgálnak a *medencék*, sekély és mély kialakítással. A *zajmérő szakasz* a zajmérések elvégzésére alkalmas. A *tesztdombok* különböző meredekséggel épülnek. Mindegyik pályaszakasz rendelkezik alacsony tapadássú vizezhető felülettel is. A *belső úthálózat*, egy több szakaszból álló, autópálya, autótűt, és országúti előírásoknak megfelelő tesztkörnyezet, amely lehetőséget biztosít a közepes és nagysebességű, valós közúti körülmények között végzett tesztek végrehajtásához. A változatos kialakítású pályán alagút, felüljáró, fizikai, fény- és rádiófrekvenciás árnyékolással ellátott szakaszok is találhatóak, változatos domborzati viszonyok mellett.

A „*rosszút*” *pályaszakasz* 8 különböző féle, definiált spektrumú tesztfelülettel rendelkezik. Az extrém oldalemelésű szakasz egy közel száz méter hosszú, extrém (10%-os) oldalemelésű felület, amely kétirányú használati lehetőséget is biztosít a tesztelésekhez.

A járművek teszteléséhez már elkészült egy 300 méter átmérőjű *körpálya*. A nagy sebességű tesztekhez *oválpályát* használnak. A nagysebességű oválpálya kialakítása lehetővé teszi a 200 km/h körüli sebességtartományban végzett tesztek biztonságos végrehajtását. A közel kész állapotban levő *fékfelület pályaszakasz* az ABS, ATC és ESP rendszerek tesztelésére kialakított, speciális burkolati elemekkel és beépített esőztető rendszerrel ellátott pályaszakasz, amelyen 8 különböző tapadássú tényezőjű felület kialakításával, más-más súrlódási körülmények mellett biztosít lehetőséget a tesztelésre.

A 2000 m²-es alapterületű technikai épület műhelyeknek ad helyet. Ennek közelébe egy 2200 m²-es fogadóépületet terveztek.

5. ábra. A ZalaZone tesztpálya objektumainak rendszere



KUTATÁS-FEJLESZTÉS, OKTATÁS ÉS TUDOMÁNYOS EGYÜTTMŰKÖDÉS AZ AUTONÓM JÁRMŰVEK FEJLESZTÉSE KAPCSÁN

A hazai műszaki egyetemek és főiskolák laborjai is foglalkoznak földi mobil robotkutatásokkal. Példaként kell megemlíteni az Óbudai Egyetem Neumann János Informatikai Karának FOBOT és EXPLORADORES mobil robotjait. Az iparban a számítógépes látással, mesterséges intelligenciával és navigációs szoftverfejlesztéssel foglalkozó AdasWorks Kft. gyárt vezetéstámogató rendszereket. A vállalat – ami ma már az Almotive nevet viseli – 2017 nyarán engedélyt kapott a magyar hatóságoktól, hogy önvezető autót forgalomban tesztelje, ezzel pedig a magyarországi közutakon is megjelentek az első önvezető autók.

A zalaegerszegi tesztpálya egyedülálló, mivel a vezethetőségre és menetstabilitásra koncentrálnak hagyományos tesztpálya-funkciók a jövő járműveire fókuszáló kutatás-fejlesztési infrastruktúra elemeivel együtt valósulnak meg. A pálya tudományos-szakmai környezetéhez létre kellett hozni az egyetemi, kutatóintézeti programokat is.

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) kezdeményezésére már 2015 szeptemberében megkezdődött a Research Center for Autonomous Road Vehicles (RECAR) Kutató Központ megalapítása. Ehhez hamarosan csatlakozott az MTA-SZTAKI és az ELTE is. Kutatási hálózati együttműködés jött létre a Pannon Egyetemmel és a Széchenyi Egyetemmel is. A kooperáció elsődleges célja a jövőben meghatározó járműtechnológiák (autonóm járművek, e-mobilitás) tesztelési folyamatainak kutatása és a Zalaegerszegen épülő tesztpálya műszaki támogatása.

Az együttműködés keretében az egyetemeken két új, angol nyelven oktatott autonóm járművek fejlesztésével foglalkozó mesterszak indítását készítették elő, ezekre különböző – elsősorban mérnöki és informatikus – alapszakok hallgatói jelentkezhetnek. A 2018 februárjában indult képzésekben résztvevők a BME Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Karán „Autonomous Vehicle Control Engineer” néven, illetve az ELTE Informatikai Karán „Computer Science for Autonomous Driving” elnevezéssel szerezhetnek mérnöki, illetve informatikus diplomát. Az alábbi képzések indulnak, illetve folynak:

- Autonóm járműfejlesztő mérnök MSc angol nyelvű 2018, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem szervezésében, a zalaegerszegi autópárai tesztpályával és a Pannon Egyetem, zalaegerszegi Mérnöki Karával együttműködve;
- Autonóm jármű programozó MSc angol nyelvű 2018, az Eötvös Loránd Tudományegyetem szervezésében;
- Járműipari tesztmérnök BEng 2020, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem és a Pannon Egyetem, zalaegerszegi Mechatronikai Intézetének együttműködésével;
- Mechatronikai mérnök BSc képzés 2002 óta folyik Zalaegerszegen, 2016 óta a Pannon Egyetem szervezésében.

A nemzetgazdasági tárca és a magyar autópárai érdekelt szereplői között a projektet támogató együttműködést 2016-ban több vállalat és cégcsoport írta alá, köztük a Magyar Telekom Nyrt., a T-Systems Magyarország, az Elmu Zrt. és a Knorr-Bremse Fékrendszer Kft. Létrejött a Zalai Önvezető Jármű Klaszter, amelynek célja a kutatás-fejlesztési és innovációs kapacitások intézményesített összekapcsolása az intelligens közlekedési rendszerek terén. A Zalai Önvezető Jármű Klaszter alapítói: AVL AUTOKUT Mérnöki Kft. (autópárai hajtásláncok fejlesztése), az Innogy Hungária Kft., amelyet az ELMŰ Nyrt. képvisel, a Cisco



6. ábra. A Budapesti Műszaki Egyetem önvezető kísérleti járműve halad a zalaegerszegi autópárai tesztpályán

Systems Magyarország Kft., az Ericsson Magyarország Kft., a Knorr-Bremse Fékrendszerek Kft., valamint a T-Systems Magyarország Zrt. [8] Az egyik legnagyobb járműipari beszállító, a Continental 2018-ban nyitotta meg Budapesten az autonóm vezetéskutató központját, ahol deep learning technológia szerinti kutatásokat végeznek.

A pálya tudományos-szakmai környezetéhez el kellett indítani az egyetemi, kutatóintézeti programokat, amelyek keretében jelenleg több, mint 30 nemzetközi kutatóintézet, egyetemmel alakult ki élő kapcsolat. A pálya terveit a 70 éves járműipari tapasztalattal rendelkező, az önvezető autók fejlesztése területén is a világelsők közé tartozó japán Horiba Mira Ltd. készítette. Az autonóm és elektromos járművek tesztelésére alkalmas zalaegerszegi próbapálya egyedüli lehetőséget ad majd arra, hogy vonzza a nemzetközi kutatás-fejlesztést. A tesztpálya várhatóan több száz új mérnöki állást teremt, a világszinten egyik legnagyobb mérnöki fejlesztő cég, az AVL a tesztpálya által kínált lehetőségek miatt már létrehozta a zalaegerszegi egységét.

AZ AUTONÓM JÁRMŰ KONFERENCIA ELŐADÁSAI

A konferencián dr. Benkő Tibor honvédelmi miniszter mondott köszöntőt. A honvédelmi miniszter elmondta, a Magyar Honvédségnél induló nagy jelentőségű fejlesztések időszakában különösen fontos a tudományos élet szereplőivel való együttműködés. „A kormány azt várja tőlünk, hogy erős, ütőképes, modern, korszerű honvédséget hozunk létre, amihez nagyon nagy szükség van a kutatásra, fejlesztésre, innovációra.” A hadiipar mindig mozgatórugója volt a fejlesztéseknek, s mozgatta a polgári tudomány fejlődését is. A Zrínyi 2026 program során a honvédség és a katonai fejlesztő mérnökök ismét előtérbe kerülhetnek.

Ezt követően dr. Palkovics László innovációs és technológiai miniszter nyitotta meg a rendezvényt. Az innovációs miniszter rámutatott, a technológiai fejlődés eddigi rangsora az űrtechnológia, majd a hadiipari alkalmazás volt, később kerültek a fejlesztések a civil világba. A miniszter elmondta, az elektronikus irányított járművek rendszerét tekintve a hazai járműipar a világon vezető pozícióban van, s e téren született magyarországi fejlesztéseket alkalmaz a világ több neves autógyártója. Mesterképzések indultak az ELTE-n és BME-n az autonóm járműirányításról, s a zalai megyeszékhelyen e technológia tesztelése is lehetővé vált. A hadiipar fejlesztéseit is jól szolgálja majd a zalaegerszegi járműipari tesztpálya. A zalaegerszegi ZalaZone ugyanis „magyar állami tesztpálya”, tehát a haditechnikai fejlesztések számára is megfelelő környezetet tud biztosítani, akár a vezető nélküli harcjárművek tesztelésére, de szükség esetén offroad pályát is építenek hozzá.

Dr. Szalay Zsolt, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépjárműtechnológiai Tanszékének vezetője beszélt arról, hogy a gépjárműfejlesztés területén megfigyelhető az automatizáltság folyamatos térnyerése. A BME-n a magasan automatizált intelligens járművek mű-



kódésével kapcsolatos első projektek már csaknem két évtizede, 1998-ban indultak el. 2000-tól 2003-ig a Mercedeszel például olyan járműveket fejlesztettek a közös munka részeként, amelyeknél a vezetővel ellátott kamion mögött vezető nélküli haladt. 2008–2011 között megvalósított HAVEit (Highly Automated Vehicles for intelligent transport) elnevezésű uniós projekt. „A Műegyetemen született meg az elv, hogy a járművek tesztelési és jóváhagyási folyamata piramisszerűen épüljön fel” – magyarázta dr. Szalay Zsolt. „Legalul a szimuláció helyezkedik el, utána a laboratóriumi tesztek jönnek, amit a próbapálya, majd a korlátozott városi környezet követ. A piramis csúcsán a bárki által használható közutak állnak.” Dr. Szalay Zsolt személyes feladatai is kibővültek: a Nemzetgazdasági Minisztérium delegáltjaként képviselte Magyarországot az EU GEAR 2030 nevű kezdeményezésében. Ez a szakembereket tömörítő fórum az Európai Bizottság számára fogalmazza meg az Unió 2030-ra megvalósuló, a hálózatba kapcsolt és automatizált járművekre vonatkozó vízióját. Mivel az automatizált intelligens járművek egy viszonylag friss és gyorsan változó terület, Magyarország szeretne az élmezőnyben lenni a fejlesztésekben, ezért épül az egyedülálló tesztpálya Zalaegerszegen, ahol minden körülmény adott lesz az önvezető autók kipróbálására. „Az autonóm járművekben óriási lehetőség van Magyarországnak számára, éppen ezért hatalmas esélyt jelent számunkra a ZalaZone tesztpálya. Én személy szerint vagy hat-hét világcéggel folytatott tárgyaláson vettem részt, amelyek mind hozzánk tervezik hozni a kutatás-fejlesztési kapacitásukat. Ezt az itt kialakított kedvező környezet (a tesztpálya, az oktatás és az autonóm járművek közötti tesztelését lehetővé tevő jogszabályi környezet) teszi lehetővé” – összegezte előadását dr. Szalay Zsolt. – „Tehát ezek a világcégek 500-1000 főnyi autonóm járműves kutatás-fejlesztési kapacitást telepítenének hozzánk. E beruházás megtérülését és a hozzáadott értékét ezért csak nemzetgazdasági szinten lehet értékelni: magasan képzett, sokat kereső, részben magyar mérnököket foglalkoztatási fejlesztési központok jöhetnek létre hazánkban. Ezzel Magyarország felkerül az autonómjármű-fejlesztési világképre.” A zalai tesztpályával Magyarország tehát az autonóm járműgyártás élmezőnyébe is kerülhet. A tanszéknek is van már autonóm járműve, egy átalakított Smart (6. ábra).

Dr. Porkoláb Imre ezredes, a Kormánybiztosi Hivatal kutatás-fejlesztési és innovációs szakreferense *A stratégiaelméletek fejlődése és az autonóm járművek védelmi célú fejlesztésének trendjei* című előadásában elmondta,

7. ábra. A Magyar Honvédség Logisztikai Központ haditechnikai szakkiállítás a fogadóépület mellett, Rába katonai tehergépjárművekkel



hogy napjainkban a digitális technológiai forradalomnak köszönhetően rendkívül gyorsan következik be stratégiai paradigmaváltás, és egyre elkövetőbb kihívásokkal találjuk szembe magunkat. Egy a korábbiól eltérő, gyökeresen új hadviselés küszöbén állunk, amelyben a stratégiai szemléletmódok integrációja, valamint az ember-gép szimbiózisa teljesen új távlatokat nyit a hadviselő felek számára. Az amerikai haderő már nagy számban fejleszt és alkalmaz autonóm katonai járműveket. Jelenleg – autonóm katonai járművek területén és más haditechnikai fejlesztési területen is – egy újabb stratégiai paradigmaváltás intézményi alkalmazkodás szakaszában járunk, amikor a Magyar Honvédség számára is elengedhetetlen, hogy sikerrel menedzseljen egy digitális transzformációt és az ezzel együtt járó szervezeti kultúraváltást. A tét óriási! Azok a szervezetek, amelyek képesek sikerrel venni ezt az akadályt, generációs ugrást hajtanak végre, azok pedig, akik elbuknak, letűnt korok szemléletmódjával és módszereivel lesznek kénytelenek felvenni a küzdelmet másokkal szemben. Közben az elmúlt évtizedek védelmi reformjai a Magyar Honvédség humán és technikai eszközállományának erodálódását eredményezték, addig a Kormánynak a Magyar Honvédség megújítása érdekében a Zrínyi 2026 programon keresztüli elkötelezettsége egy olyan páratlan lehetőséget biztosít, amelyet megfelelően kiaknázva generációs ugrást hajthatunk végre a tudásbázis megújítása, valamint a technológiai felszerelés innovatív alkalmazása tekintetében. A védelmi innovációs elképzelésekkel kapcsolatosan megfogalmazott határozott kormányzati szándék a hazai gyártókapacitás fejlesztése. Ennek érdekében a jelenlegi kutatás-fejlesztési rendszer újragondolására van szükség. A megtartó-fenntartó innovációra fókuszáló technológiai fejlődést előtérbe helyező, és a tervezésen alapuló stratégiai megközelítések helyett egy új innovációs stratégiára van szükség, amely a radikális innovációs megoldásokat bevonva és előtérbe helyezve képes nagyon rövid idő leforgása alatt az egész haderő szerkezetét megváltoztatni, és biztosítja a feltételeket a generációs ugrás végrehajtásához. [4]

Dr. Kiss Péter egyetemi tanár, a SZIE Gépészmérnöki Kar dékán-helyettese *Off-road autonóm járműfejlesztés terepjárás-elméleti sajátosságai* című előadásában ismertette a terepjárás elméleti hátterét. A talajmechanikával és a járművek terepjárásának elméletével foglalkozó előadás a terepjárás-elméletre, talaj-jármű kapcsolatra szakosodott és a mezőgazdasági, katonai, erdészeti járműveket egyaránt vizsgálta. Az előadás az alábbi fontosabb témaköröket érintette:

- Terep/talaj – jármű/kerék/gumiabroncs/lánctalp kapcsolat;
- Járműdinamika, járműmozgékonyosság;
- Terepi és katonai járművek terepjárás-elmélete, járműmozgás nehéz terepen;
- Járműrobotok és innovatív megoldások terepi és közúti járműveknél.

Felmerült a terep jellemzőit rögzítő digitális térkép szükségessége. Említést nyert az a szakirodalomban korábban már tárgyalt lehetőség is, hogy a szárazföldi és a légi robottechnikai eszközök a jövőben kölcsönös együttműködés (szimbiózis) során lehetnek igazán hatékonyak.

Dr. Hány András, az Autóipari Próbapálya Zala Kft. ügyvezető igazgatója *A zalaegerszegi járműipari tesztpálya által kínált lehetőségek az önvezető járművek fejlesztésének támogatására* címmel tartotta meg előadását. Dr. Hány András ügyvezető elmondta: a teljes kiépítést követően egyszerre akár 70 jármű tesztelését is végezhetik a komplex pályán. „A zalaegerszegi járműipari tesztpálya nem más,



8. ábra. Különleges műveleti jármű az autóiipari próbapálya központi épülete előtti kiállítási területen

mint egy olyan kutatás-fejlesztési infrastruktúra, amelynek feladata elsősorban a különböző járműipari cégek rendszereinek tesztelése és validálása” – hangsúlyozta a szakember. A speciális ügyfélkör miatt a város és a térség gazdaságát kedvezően alakítja majd át a létesítmény működése. Minden forgalmi szimulációt modelleznek, sőt a megrendelők a tesztet a valós közúti forgalomban is folytathatják majd. Hozzátette, hogy elkészült a dinamikus vezetési, fékezési tesztekre szolgáló körpálya, előrehaladott állapotban van a nyolcféle burkolatú fékpálya építése, elkészült a Smart City, vagyis az „okos város” környezetének első szakasza, a vezethetőségi (handling) pálya gyors szakasza, majd 2020-ban utolsóként az egészet körbeölelő ovális pálya épül, további kiegészítő modulokkal. Az Autóiipari Próbapálya Zala Kft. ügyvezető igazgatója elmondta: „Az itt tesztelt termékek szervesen illeszkednek a járműipari fejlesztési láncba. A tesztpályát számos modul alkotja, minden modul más és más tesztelési funkcióra alkalmas.” „Az önvezető járművek működése is a kerekek és az út kapcsolatánál indul, tehát ezeknek a járműveknek is meg kell felelniük az alapvető járműdinamikai teszteknek. Bár már ma is működnek az automatizálás felé mutató rendszerek (például adaptív tempomat, sávtartó elektronika, vészfékasszisztens stb.) a járművekben, most még ezeket a rendszereket általában külön-külön teszteljük” – mondta az ügyvezető igazgató. Dr. Háy András arról tájékoztatót, hogy „Magyarországon 2017 áprilisa óta hatályban van az önvezető járművek közúti tesztelését lehetővé tevő, egyébként európai viszonylatban is élenjáró jogszabály. Elmondhatjuk tehát, hogy a magyar jogi szabályozás e téren kifejezetten világszínvonalú, és a tesztek mészemenőig támogatja.”

ÖSSZEGZÉS

A tudományos konferencia célja volt, hogy megvizsgálja az autonóm on- és off-road járművek katonai alkalmazhatóságának elméleti lehetőségeit. A konferencia – amelyen a szakterület számos hazai szakértője tartott előadást – meghatározó jelentőségű kezdő lépés volt a haditechnikai K+F egyik ígéretes területének mondható terepkepes autonóm katonai járművek fejlesztési programjainak megindítása irányába. Ennek kapcsán külön is hangsúlyozandó az a konferencián tett bejelentés, amely szerint a jövőben a Magyar Honvédség is kialakíthat az Autóiipari Próbapálya Kft.

területén egy tereppályát és egy kutatóbázist, megteremtve a katonai célú autonóm járművek – harctéri robotok – vizsgálatának és fejlesztésének hazai bázisát. A zalaegerszegi próbapálya ilyen módon jelentős szerepet tölthet be a hazai UGV fejlesztések és vizsgálatok területén. Az intézetek és egyetemek közötti együttműködés tekintetében kiemelendő, hogy habár a BME a hazai polgári autonóm járműfejlesztés zászlós hajója, a katonai alkalmazású off-road önjáró járművek tekintetében kiemelkedő szerep juthat a terepjárás és talajmechanika művelésében utóbbi évtizedek során jelentős eredményeket elért gödöllői Szent István Egyetemen is. A kimondottan katonai alkalmazású autonóm járművek – UGV-k, szárazföldi harctéri robotok – fejlesztése és vizsgálata területén a legjelentősebb elméleti eredményeket ez idáig a ZMNE, majd NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, illetve az itt működő Katonai-Műszaki Doktori Iskola érte el, legalábbis a konferenciák száma, illetve az e tárgyban megvédett PhD értekezések száma tekintetében. Nem elhanyagolható ugyanakkor az Óbudai Egyetemen, illetve szóróványosan más hazai polgári felsőoktatási intézményekben az UGV-k kutatása tárgyában kifejtett tudományos tevékenység sem.

FORRÁSOK

- [1] Beck András: Európában is egyedülálló fejlesztés – ilyen lesz a zalaegerszegi tesztpálya. Autonóm Járművek Kutató Központ, <http://www.automotor.hu/aktualis/europaban-is-egyedulallo-fejlesztis-ilyen-lesz-a-zalaegerszegi-teszt-palya/> (Letöltve: 2019. 06. 06.);
- [2] Haas Péter – Cselle Ferenc: Autóiipari próbapálya Zalaegerszegen. Innotéka 2017. októberi Közlekedésfejlesztési különszám. https://www.innoteka.hu/cikk/autoipari_probapalya_zalaegerszegen.1579.html (Letöltve: 2019. 06. 06.);
- [3] A fejlesztési célú járművek tesztelésével kapcsolatos 11/2017. (IV. 12.) NFM rendelet;
- [4] Dr. Porkoláb Imre: Szervezeti innováció a Magyar Honvédségben: az ember-gép szimbiózisa a stratégiaelméletek tükrében. Haditechnika, 2019. évi 1. szám, <https://doi.org/10.23713/HT.53.1.01>
- [5] Dr. Hegedűs Ernő – Szivák Petra: Autonóm on- és offroad járművek katonai alkalmazhatóságának lehetőségei – Tudományos konferencia Zalaegerszegen, a ZalaZone járműipari tesztpályán. Haditechnika, 53. évf. 2019. évi 1. sz. pp. 49–50. <https://doi.org/10.23713/HT.53.1.11>;
- [6] Az Autóiipari Próbapálya Zala Kft.-ben 21,5 milliárd forintostőkeemelésről döntött a kormány MTI 2018. december 14., péntek 20:14;
- [7] Horváth Dániel: Autótesztpálya „minden lehetséges helyzetre” http://www.innoteka.hu/cikk/autoteszt-palya_minden_lehetseges_helyzetre.1850.html (Letöltve: 2019. 01. 07.);
- [8] Klaszter alakult az önvezető járművek hazai fejlesztésére <https://trendfm.hu/cimlap/klaszter-alakult-az-onvezeto-jarmuvek-hazai-fejlesztesere-9730> (Letöltve: 2019. 06. 06.);
- [9] 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);
- [10] Porkoláb Imre: Az innováció hatása a hadviselésre. Hadtudomány, 26: 1–2 pp. 19–28., 10. p. (2016) <https://doi.org/10.17047%2FHADTUD.2016.26.1-2.19>.

(Fotók a szerzők gyűjteményéből.)



9. ábra. Az osztrák hadsereg két Leopard 2 A4-es harckocsija gyakorlaton

Kelecsényi István*

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

A General Dynamics által gyártott harckocsilőszerek közül az 1. táblázatban feltüntetett lövedékek kilövésével igazolták, hogy azok megfelelnek a NATO-szabványnak. A célok között harckocsik (Leopard 1A5-ös 1000 méterről) különféle járművek és szimulált helikopter is szerepeltek. A tesztteredmények a megadott feltételeknek (találati valószínűség, páncélromboló képesség) megfeleltek.

1. táblázat. Az L/44, L/55 és az M256 típusú lövegeknél alkalmazható löszerek

L/44, M256 típusú ágyúk	L/55 típusú ágyúk
M830 HEAT-MP-T	M830A HEAT-MP-T
M830A HEAT-MP-T	M865A TPCSDS-T
M831A TP-T	M1002 TPMP-T
M865A TPCSDS-T	M1028 Canister *
M908 HE-OR-T	KEWA2 APFSDS-T
M1002 TPMP-T	
M1028 Canister *	
KEWA1 APFSDS-T	
KEWA2 APFSDS-T	

* előregyártott repeszekkel töltött lövedék

* ORCID: 0000-0001-5563-3313

A Leopard 2-es tornyába épített tűzvezető rendszerek biztosítják a pontos célzást. A korai változatokba AEG–Telefunken FLT–2 analóg (továbbfejlesztett Leopard 1), a későbbi sorozatgyártású harckocsikba a Krupp–Atlas EMES–15 digitális célzókészüléke került. A harcjármű képes mozgás közben terepen mozgó célpontok leküzdésére. A célzókészülék a következő főbb adatokból számítja ki a lövés pontos irányát:

- a cél távolsága;
- a cél sebessége;
- saját harckocsi sebessége;
- saját harckocsi dőlésszöge;
- saját harckocsi löszereinek típusa;
- szélesebbesség;
- légnyomás;
- levegő-hőmérséklet.

Az EMES–15 tűzvezető rendszer tartalmaz egy darab YAG típusú lézeres távolságmérőt, és egy HgCdT megnevezésű CMT Zeiss WBG–X hő/infrakamerát. Koaxiálisan felszerelt FERO–Z18 magasságemelő segédeszközzel – periszkóppal is ellátták.

A parancsnok a Rheinmetall/Zeiss PERI R–17A2 optikai rendszerrel szemléli a környezetét. A periszkóp stabilizált, éjszakai megfigyelésre és célmegjelölésre egyaránt alkalmas. A hőképet/infrát is képes megjeleníteni monitoron



10. ábra. Egy különleges perspektívából készült kép a Leopard 2-es fő fegyverzetéről, a Rheinmetall Rh 120 sima csövű ágyúról. Érdemes megfigyelni a csőfalat és a betöltött ürméret alatti páncéltörő löszert, illetve a lövedékben az ürméret alatti „nyíllövedéket”

keresztül. (A korai Leopard 2 változatok csak egy PZB200 üzemi televízió-rendszerrel rendelkeztek.)

A PERI és az EMES körülbelül 50%-kal nagyobb hatótávolsággal rendelkezik, mint a velük egyidős orosz eszközök. (Igaz, az orosz harckocsik közül több változatot francia Thales-típusú – licenben is gyártott – hőképalkotó tűzvezető egységekkel is felszereltek.) A tűzvezető rendszer minden negyedik másodpercben adatokat továbbít a tűzvezető számítógép felé, amely valós időben számolja a tüzeléshez szükséges adatokat. A lézeres távolságmérő is integrált az irányzó látómezőjébe, így az közvetlenül a periszkópból is le tudja olvasni az adatokat. A számítógép a megfelelő löszert kiválasztása és betöltése után a löveget automatikusan a kiválasztott célra állítja. A lézersugár 10 km távolságig mér, a mérési hiba kevesebb, mint 20 méter. 5000 méterig mozgó célpontot is képes követni.

A harckocsi kiegészítő fegyverzete két darab 7,62 mm-es MG3-as géppuskából áll. Ezekből az egyiket, 4750 darab löszerezal általában a töltő búvónyílásához szerelik fel, de áttehető a parancsnok oldalára is. Légvédelmi géppuska-ként is használható. A másik géppuska a löveggel párhuzamosított, gyalogság és páncélozatlan célok ellen alkalmazható. A torony két oldalára nyolc darab Wegmann típusú 76 mm-es töltetet tartalmazó ködgránátvetőt rögzítenek. A gránátvetőben, a fehér rejtő füstfelhőt kibocsájtó gránátok mellett infravörös sugárzást blokkoló füstöt tartalmazó gránát is kilőhető.

A torony és a páncéltest homlokpáncélzata közel fél méter vastag üreges szerkezet. A Chobham páncélzat külső rétege egy vékony, keményre edzett acélból készült. A páncélvédelem a kinetikus energiával romboló lövedékekkel szemben a toronyrészén 50-60 cm, a harckocsitest homlokpáncélja 40-60 cm hengerelt acéllemezzel egyenértékű, de a Chobham rendszer dinamikus működése miatt a pontos érték nem állapítható meg. A 120 mm-es APFSDS lövedékek 1,3 km távolságon kívülről, a 152 mm-es kumulatív, illetve 105 mm-es keményfém magvas APFSDS löszerek közelről sem képesek áttörni a páncélzatot, még akkor sem, ha ugyanazon helyen éri találat a harcjárművet. Az üregesen formázott robbanótöltetű lövedékekkel szemben másfélszer nagyobb a védetség, mint a kinetikus löszerekkel szemben. A védetségét SLERA előtétpáncélzattal lehet növelni.

A MUSS (Multifunctional-Self-Protection System) típusú előrejelző-ellentevékenység (soft-kill) rendszer jelzi a harcjármű felé repülő irányított páncéltörő rakétát és az ellentevékenység rendszert aktiválja. Utóbbi valószínűleg a ködgránátvetőben elhelyezett infravörös és látható tartomány-

ban zavarófelhő-töltetek kilövését, valamint egy a szovjet/ orosz Shtora-1 rendszerhez hasonló, aktív infravörös reflektort foglal magába. A MUSS-t a Hensholdt fejlesztette ki, amely hosszabb ideig az EADS és az Airbus Defence csoport része volt. A rendszert a brit QuinetiQ biztosítja a Leopard 2 és az új német Puma gyalogsági harcjárművek mellett 2016-tól 7,6 millió font értékű szerződéssel a Challenger 2 brit harckocsikhoz is.

Automata tűzoltó rendszere 4 db 9 kg-os halonnal oltó készülékből áll, amelyet a vezető mögötti részben helyeztek el. Ez 70°C hőmérséklet felett automatikusan működésbe lép, illetve manuálisan is működtethető. A lövegpajzs mögött, az ágyú alatt egy 2,5 kg-os kézi tűzoltó készülék is rendelkezésre áll. A harckocsit teljes ABV (atom-, biológiai, vegyi) védelemmel is ellátták. A Dräger cég rendszere 4 mbar túlnyomást állít elő, a szűrői kívülről cserélhetők. Az aknák elleni védelem megerősítésére a fenéklemezre kiegészítő páncélzatot szereltek fel.

LEOPARD 2-ES VÁLTOZATOK

A Leopard 2 nem csupán egy harckocsitípus, hanem egyúttal egy típuscsalád is. A németek A0-A7 között hét főváltozatot különböztetnek meg, amelyeknek több alváltozata is létezik, elsősorban az exportált harcjárművek tekintetében. Az eredeti változatokat több országban modernizálták, újabb típusváltozatot létrehozva.

LEOPARD 2A0 – ALAPVÁLTOZAT

1979. október és 1982. márciusa között 380 darabot gyártottak belőle. A típus főbb jellemzői:

- EMES-15 tűzvezető rendszer,
- Lézeres távolságmérő,
- Szélerősség érzékelő,
- PZB 200 alacsony fényerősítővel felszerelt televíziós rendszer,
- PERI R-17 parancsnoki periszkóp,
- FERÖ-Z18 periszkópmelő berendezés,
- Elektro-hidraulikus WNA-H22 rendszer,
- Tűzvédelmi rendszer,
- RPP 1-8 számítógépes harckocsi karbantartási rendszer.

11. ábra. Egy Leopard 2A4-es löszerekkel kiállítva.

A harckocsi változatai – a felhasználó nemzet és a feladatok függvényében –, több tucat különböző típusú löszerezal tüzelhetnek





12. ábra. Egy korszerősített változat előtét-páncélzata, leszerelve

LEOPARD 2A1

A második sorozat 450 darab járművét 1982. márciustól 1983. novemberig gyártották. A típus főbb jellemzői:

- Új löszertartók (kompatibilis az M1 Abrams harckocsikkal),
- Új, optimalizált tüzelőanyag-szűrők beépítése.

LEOPARD 2A2

A régebbi sorozat 1981-től 1987-ig tartott modernizált járműveinek típusjelzése. Főbb jellemzői:

- PZB 200 televíziós rendszer helyett – EMES-15-öshöz fejlesztett – Thermal hőképkalkotó/infra rendszer beépítése, cseréje,
- Az első üzemanyagtartályhoz külön feltöltőnyílás, az egyszerűbb, gyorsabb utántöltés érdekében,
- Periszkópra szerelt deflektor tányér,
- AVB rendszer elemek cseréje,
- Több pontra akasztható 5 méteres vontatókábel.

LEOPARD 2A3

1984–1985. december között gyártott 300 darabos sorozat. Főbb változtatások:

- SEM80/90 digitális rádiókészülékek beépítése,
- Átalakított löszeradagoló – a löszeradagoló nyílást, amely egyben a hüvely kivetésére is szolgált lövés után, lehegesztették.

13. ábra. A Rheinmetall által ajánlott aktív védelmi rendszer elektro-optikai szenzora és robbanóteste egy Leopard 2 A7-es tornyára szerelve. Az eszköz a harckocsi felé közeledő rakétákat és lövedékeket érzékeli, és azok röppályáját kiszámítva kezd ellentevékenységet



2. táblázat. A Leopard 2 (A4–A7) főbb műszaki adatai

Hosszúság	9,67 – 10,97m
Szélesség	3,7 m – 4,24 m
Magasság	2,79 m
Tömeg	55,1–64,5 t
Páncélzat	Chobham mintájú és A5–A7 torony első részére SLERA
Erőforrás	MTU MB873–Ka501 12 hengeres 47 600 cm ³ turbófeltöltős folyadékűtéses dízel motor (EuroPowerPack MTU MB883)
Nyomatékváltó	Renk HSWL 354
Üzemanyag-mennyiség	1160 l
Üzemanyagtípus	mindenevő (dízel)
Teljesítmény	1103 kW (1500 LE) EuroPowerPack 1210 kW (1646 LE)
Maximális sebesség	68–72 km/h (békéidőben: 50 km/h-ra korlátozva)
Vízalatti átkelési mélység	4 m
Gázlómélység	2,25 m
Elektromos rendszer	24 V
Hatótávolság	450–550 km
Személyzet száma	4 fő
Fő fegyverzet	Rheinmetall 120mm-es L/44 vagy L/55 sima csövű harckocsiágyú, löszér-javadalmazás: 42 db
Kiegészítő fegyverzet	2 darab 7,62 × 51 mm-es MG3 géppuska (modernizáláskor néhol 12,7 × 99 mm-es nehézgéppuska) 8–16 darab Wegmann ködgránátvető
Optikai rendszer	PERI R-17 – 17A2
Tűzvezető rendszer	AEG-Telefunken FTL2 analóg, Krupp-Atlas EMES-15 digitális
Távcső	FERO-T18
Infratáv mérő	Zeiss-Optronik WBG-X
Lézertáv mérő	Zeiss-Optronik 628

LEOPARD 2A4

Az első jelentős mértékben módosított sorozat. A típusból 1985 és 1992 között több mint 1800 darab épült. 1994-ben 2125 darab Leopard 2 állt szolgálatban, amelyek között a régebbi és a korszerősített változatok egyaránt megtalálhatóak. Főbb jellemzői:

- Új automatikus tűz- és robbanásvédelmi rendszer,
- Módosított digitális tűzvezető rendszer,



14. ábra. Egy, a lengyel hadseregben szolgáló Leopard 2A4-es. Külsőre ez a változat alig tér el a korábbi szériáktól. A későbbi változatok toronyvédelmét lényegesen megnövelték, tűzvezető rendszerét modernizálták

- Torony és oldalpáncél módosítások, titán és wolfram rétegekkel.

Hollandiában további 445 darabot, Svájcban Pz. 87 néven 380 darabot gyártottak. A hidegháború után konzervált holland és német harckocsik nagy részét értékesítették. A Leopard 2A4 a legelterjedtebb változat, amelyet több üzemeltető ország is továbbfejlesztett.

LEOPARD 2A5

1998 közepén bevezetett változat, a korábbi szériákat korszerűsítették A5 változatra. Külső jegyei alapján könnyű megkülönböztetni a korábbi modifikációktól, mivel a harckocsitorony ék alakú előtétpáncélzatot kapott. Az előtétpáncélzat üreges kialakítású, titánt és wolframot is tartalmazó rétegelt lemez. A harckocsi védetségét jelentősen növelték a front- illetve oldalpáncél erősítésével, amely viszonylag kismértékű tömegnövekedést eredményezett. A küzdőtér belül repeszek elleni védőpajzsot kapott. A löveg-pajzsot az előtétpáncélzathoz alakították át, és a páncélösszetételt is korszerűsítették. Az átalakítás során a torony alakjának módosítását befolyásolták a tömegmegtakarítás és a karbantartási követelmények. Az irányzó periszkópját magasabbra, a torony tetejére építették, mert az előző változatokban a torony frontpáncélján helyezték el. A vezető búvónyílására új, nehezebb csúszó ajtó került. To-

vábbi újítás, hogy a parancsnok Peri R-17 optikája hőképkalkáló kamerát kapott, így az előző változatoktól eltérően, amelyek csak a látható fény tartományában működtek, a 2A5 változatnál lehetővé vált az éjjellátó üzemmód használata.

LEOPARD 2A6 ÉS 2A6M

Ennél a változatnál az L/44 kaliberű lövegcsövet a 1300 mm-el megnövelt csőhosszúságú L/55-ösre cserélték. Az új ágyú nagyobb csőtorkolati sebességet tesz lehetővé, ezáltal az pontosabb, nagyobb hatótávolságon alkalmazható. A német és holland gyorsreagálású harckocsi zászlóaljakat fegyverezték át először ezekkel a változatokkal. Kanada 40 darabot rendelt, holland készletből, amit 2007 őszén szállítottak le.

A 2A6M változatot harckocsiaknak elleni védelemmel látták el, a fenékpáncél alsó részén. Ezzel a belső fejlesztéssel javították a személyzet túlélőképességét. Kanada 20 darabot bérelt Németországtól a Dél-Afganisztánban állomásozó expedíciós erőinek a támogatására. A misszió után mindet visszaadták Németországnak.

LEOPARD 2PSO

A gyártó, a harckocsit városi harcra specializált eszközökkel szerelte fel, amelyek a beépített területeken, városokban végzett harctevékenységet segítették volna. A fejlesztés során felhasználták a Közel-Keleten szerzett harci tapasztalatokat. A rendszer főbb elemei: kiegészítő páncélzat, másodlagos fegyverzethez védett fegyverállás, tololap, nem halálos fegyverzet, fényszórók átszerelése, harcjármű közeli környezetét figyelő kamerarendszer. A támogatócsoomag egy része az amerikai TUSK rendszerre emlékeztet. Az Euro-rendszert 2008-ban mutatták be először az Eurosatory kiállításon, de a mai napig megrendelés nem érkezett rá. Egyes elemei a későbbi fejlesztésekben, változatokban megtalálhatók.

LEOPARD 2A7 ÉS A7+

Szigorúan véve a 2A7 változat csak a 20 darab kanadai harcjárműre vonatkozott, amely korszerűsített változata volt a holland A6NL modifikációnak. Ezek a harckocsik 2A6M szintre emeltek, de nem azonosak a német változattal. Főbb jellemzői:

- IFIS digitális harcászati rendszer (fedélzeti hálózati optimalizálását végzi),

15. ábra. Svéd STRV 122-esek „gyorsulnak” egy gyakorlaton. Az egyedi típusjelzés a svéd hadsereg által rendszeresített Leopard 2-est takarja, amely tulajdonképpen a német A5-ös változat a helyi hadipar eszközeivel felszerelve





16. ábra. Bundeswehr két Leopard 2A6 típusú harckocsija egy hadgyakorlaton vonul. Jól megfigyelhetők azok a külső jegyek, amelyek megkülönböztetik az A4-es alapváltozatot az előszériától. (Pl. a hosszabb L/55 kaliberű löveg, vagy a szögletes toronyot felváltó „nyílhegy”, illetve az ék alakú előtépáncélzat. Utóbbi már az A5-ös változatokon megjelent)

- SOTAS IP digitális intercom,
- TC Attica hőképképező, infravörös modul,
- Steyer M12TCA kiegészítő tápegység,
- Barracuda álcázó rendszer (infravörös tartományban is hatásos),
- Új légkondicionáló rendszer,
- Modernizált tűzoltórendszer.

LEOPARD 2A7+

A 2A7+ beépített területeken végrehajtott tevékenységre az Eurosatory kiállításon 2010-ben bemutatott változat. Főbb fejlesztések:

- programozható HE lövedékek,
- Távvezérelt FLW200 fegyverállvány az MG3 légvédelmi toronygéppuska helyett (az MG3 került beépítésre a fegyverállványba).

LEOPARD 3/LEOPARD 2-140 PROJEKT

Az 1980-as évek végén a Szovjetunióból érkezett hírszerzési anyagok szerint a következő generációs orosz harckocsik fő fegyverzetét a 125 mm-es helyett 135 mm-es, illetve 152 mm-es ágyúk váltották volna fel. A Rheinmetall a francia Nexterrel közösen ezért 140 mm-es ágyút fejlesztett ki NPzK-140 néven a nyugati harckocsik részére, igazodva a jövőbeni kihívásokhoz. A KWS III. programban ezzel az ágyúval és automata töltőberendezéssel tervezték felszerelni a Leopard 2-es harckocsit. A lőszer töltő-berendezés (töltőgép) kifejlesztését indokolta, hogy a 140 mm-es lőszer mozgatása kézi módszerrel nehézkes lett volna. A töltő-berendezést az ágyú bal oldalán építették ki, a torony hátsó részén kialakított tárolóban pedig 32 darab lőszer lehet elhelyezni. A tervek szerint nagyobb védetséggel kellett volna rendelkeznie, mint a Leopard 2A5 változatnak, és az új ISIS harci információs rendszer integrálását tervezték a harckocsiba. A kísérletekhez vélhetően a tieri módosított Leopard 2 prototípusokat építettek át. Az új

17. ábra. Leopard 2A7 verzió, sivatagi színekben; feltehetően a Katarnak szállított egyik példány, gyári teszten



löveget a toronyban ellensúlyokkal szerelték fel. A tesztek során a tűzerő, a páncéltűtés növekedett, de a töltő-berendezés nem működött megfelelően, továbbá a lőszerkezeléssel is problémák adódtak. A fejlesztést az 1990-es évek közepén leállították.

MBT REVOLUTION FEJLESZTÉSI CSOMAG

A Rheinmetall Defence a 2000-es évek elején fejlesztette ki – nem kooperálva a Krauss-Maffei-vel – az MBT Revolution modernizációs csomagot. Ez a modernizációs csomag a 2A4 harckocsikhoz kínál kiegészítő páncélt a kumulatív hatású páncéltörő gránátok és kinetikus lövedékek ellen. A torony és a harcjárműtest oldalvédelmére kiegészítő páncélzatot szereltek, valamint a felszerelésbe integrálták a ROSY típusú Rheinmetall ködvető rendszert, amely füst-fallal multispektális védelmet nyújt a harckocsinak 0,6 s alatt az ultrabolya, látható fény és lézer tartományokban egyaránt.

A harckocsitoronyba modernebb, kisebb helyigényű hálózati hadviselési (felderítő, kommunikációs) rendszereket szereltek. Ennek része többek között a SEOS digitális tűzvezető rendszer és Saphir infravörös hőképes kamera alrendszer. Az új parancsnoki periszkóp, jobb éjjellátó és megfigyelési képességeket nyújtott. A négy darab színes nagyfelbontású 3×60°-os kamerarendszer éjjel és nappal egyaránt 360°-os kilátást biztosított a jármű közvetlen környezetére. Qimek távirányítású fegyverállványt szereltek fel a másodlagos fegyverzethez, a fegyverállvány bölcsőjére maximum 200 kg tömegű géppuska, nehézgéppuska és 40 mm-es gránátvető szerelhető.

Az INIOCHOS Intelligens C4I kapcsolat hálózati hadviseléshez, a hálózatos digitális harcászati térkép valós idejű nyomkövetést tett lehetővé. A tűzvédelmi technológiát korszerűsítették, új légkondicionáló rendszerrel, új lőszer-tárolóval, kiegészítő 17 kW-s tápegységgel látták el a harckocsit. Duplex kommunikációs rendszert szereltek be, ami lehetővé teszi a kapcsolattartást a jármű környezetében tartózkodó gyalogsággal. A karbantartási és a diagnosztika is számítógép alapú, mely folyamatosan kapcsolatban áll a logisztikai ellátó rendszerrel.

MŰSZAKI JÁRMŰVEK

BERGEPANZER BPz3 BÜFFEL

A Leopard 2 harckocsik műszaki mentőjárművét 1986-ban kezdték el tervezni. Elődje az 1977-ben a Leopard 1 alapján kifejlesztett Bergepanzer 2A2 volt. 1987-ben három prototípust építettek, majd a végleges változat 1988-ban készült el. A jármű első részére egy hidraulikusan mozgatható tolólapot terveztek. A torony helyén, a páncéltestre egy 30 tonna teherbírású beépített csőrlővel is ellátott darut építettek. A személyzet páncélozott felépítményben



18. ábra. Leopard 2-es műszaki mentő változata, a harcjárművel azonos alvázon



19. ábra. A Leguan hídvető harckocsi, hídszerkezetek telepítése közben

foglalt helyet, és önvédelmüket M3 géppuska és 78 mm-es Wegmann ködgránátvetők biztosították. A Büffel saját tömege 54 tonna, vontatható tömeg 62 tonna. Sebessége úton eléri a 68 km/h-t. Hatótávolsága 680 km. Alkatrészeinek egy része megtalálható a dél-koreai K1 ARV, és a francia Leclerc ARV műszaki mentőjárművekben is.

A Büffelt 1990-ben kezdték gyártani, megosztva a Krauss-Maffei-Wegmann és a MAG között. Németország 75 darabot vásárolt, Hollandia társfejlesztőként 25 darabot építtetett Beringstank 600KN Bueffel néven. Svájc 25 darabot, Szingapúr és Spanyolország 16-16 darabot, utóbbi 2ER Buffalo néven, Svédország 14 darabot rendelt BgBv120 típusjelzéssel, Ausztria, Kanada, Görögország pedig 12-12 darabot.

PANZERSCHNELLBRÜCKE 2

A MAN Mobile Bridges GmbH a Leopard 2 harckocsi alvására hídvető harckocsit épített. A harckocsira szerelt összecusokható hidrendszer alkalmas műszaki záruk, vízmosások, kisebb folyók áthidalására, teherbírása eléri a 70 tonnát. A Bundeswehr megrendelésére készült példányokat a szintén a Leopard 2 alvására épített Leguan váltotta fel.

PANZERSCHNELLBRÜCKE LEGUAN

A Panzerschnellbrücke 2 páncélozott hídvető harckocsi utódját ugyanúgy a MAN Mobile Bridges GmbH fejlesztette ki, német és holland igényre. A Leguan három hidat és moduljait foglalja magában. A telepítés helyén több különböző formájú hidat képes telepíteni, a személyzet (a harckocsivezető és hídközelítő) átlagosan 5-6 perc alatt képes a híd lerakására, vagy felszedésére. Minden hídszakasz 4 méter széles és 65 cm magas, tömege 5 tonna. A Leguanból Németországnak 35 darabot, Hollandiának 14 darabot szállítottak.

PIONIERPANZER 3 KODIAK

A harci-mérnöki járműnek (CEV Kodiak) is nevezett műszaki harckocsi a svájci, holland és svéd hadsereg számára került kifejlesztésre a Leopard 2 alvására. A Pionierpanzer 3 elejére hidraulikusan mozgatott tolólapot szereltek kotrógéppel, maximális vontatási kapacitása 62 tonna. A jármű önvédelmét távirányítható M3 géppuska látja el. A felépítményben a vezető és az üzemeltető részére fülkét alakítottak ki. A Kodiak akadályok felszámolására, szerkezetek építésére, katasztrófa-mentési műveletekhez, műszaki segítségnyújtásra egyaránt bevethető. A spanyol hadsereg számára 24 darab járművet gyártottak, a 2A4-es alvására építve.

EGYÉB JÁRMŰVEK

Leopard 2 bázison minimális darabszámban készült:

- Fahrschulpanzer (gyakorló harckocsi, torony nélküli, de rögzített megfigyelőfülkével),
- 2R HeavyMine (Patria által a finn haderő részére kifejlesztett aknakereső jármű),
- 2L páncélozott hadihíd (KMW és Patria közös fejlesztés Finnország részére),
- WISENT2 páncélozott támogatójármű (Flensburger Fahrzeugbau kifejlesztve gyors konverziós készlet műszaki mentésre).

(Folytatjuk)

FORRÁSOK

- Tank Encyclopedia – Western Germany
http://www.tanks-encyclopedia.com/coldwar/West_Germany/German_Cold_War_tanks.php (Letöltve: 2019.03.22.);
- www.militaryfactory.com – Leopard 2 Main Battle Tank
https://www.militaryfactory.com/armor/detail.asp?armor_id=37 (Letöltve: 2019.03.22.);
- GlobalSecurity.org – Battle tank Leopard 2 – Variants
<https://www.globalsecurity.org/military/world/europe/leopard2-variants.htm> (Letöltve: 2019.03.22.);
- Army Technology – Leopard 2 Main Battle Tank
<https://www.army-technology.com/projects/leopard/> (Letöltve: 2019.03.22.);
- TankNutDave.com – The German Leopard 2 Tank
<http://tanknutdave.com/the-german-leopard-2-series/> (Letöltve: 2019.03.22.);
- ArmedForces.eu – Leopard 2 https://armedforces.eu/land_forces/tanks/Leopard_2 (Letöltve: 2019.03.22.);
- D. Užyci, I. Witkowski: Czołg Leopard 2, (Przegląd Uzbrojenia 1), 1997;
- M. Scheibert, W. Schneider: Der Leopard 2. Ein Spitzenprodukt deutscher Waffentechnik. 2. Band Waffen-Arsenal, Band 98, Podzun-Pallas-Verlag, 1986;
- M. Jerchel – U. Schnellbacher: Leopard 2 Main Battle Tank 1979–1998, Osprey Publishing, 1998;
- Turcsányi Károly: A haderő harckocsi igénykielégítési folyamatának makroszemléletű vizsgálata. MTA doktori értekezés, Budapest, 2008;
- S. Cranny-Evans et al (ed.): Jane's Land Warfare Platforms: Armoured Fighting Vehicles 2018–2019. IHS Markit, 2018.

(Illusztrációk a szerző gyűjteményéből.)

Walther Terézia* – Ott István Dániel**

Haditechnikai bemutató Budaörsön

A Magyar Honvédelem Napja alkalmából rendezett látványos, nagyszabású, haditechnikai és légi bemutatót a Magyar Honvédség 2019. május 18–19-én. A kétnapos eseményen a Budaörsi Repülőtérre több mint 70 ezer ember látogatott ki. Az érdeklődők megtekinthették és kipróbálhatták a Honvédség által használt, és nemrég beszerzett különböző technikai eszközöket. A toborzósátor sok fiataalt vonzott, és a rendezvényen változatos programokkal igyekeztek felhívni a figyelmet a hazáért való szolgálat fontosságára.



1. ábra. A Leopard 2A7+ harckocsi kategóriájában a világ egyik legkorszerűbb eszköze. Rendszerezésével a Magyar Honvédség harckocsizói olyan új képességekhez jutnak mint a körkörösen megerősített páncélzat és a teljes lefedettségű éjjel-nappali kilátás (Fotó: HM Zrínyi Kft. Dévényi Veronika)



2. ábra. A Leopard 2A4 harckocsi. Bár az 1980-as évek második felében gyártották, a térségben még így is az egyik legkiválóbb adottságokkal rendelkező harckocsi, amelyből Magyarország a tervek szerint 12 darabot lizingel kiképzési és oktatási célokra (Fotó: HM Zrínyi Kft. Dévényi Veronika)



3. ábra. Az Airbus H145M helikopter az egyik legjobb könnyűhelikopter a világon. Képességeit bizonyítja, hogy a típus korábbi változatait az amerikai hadsereg is rendszerezte. A hazai logisztikai kiszolgálását megkönnyíti, hogy az Országos Mentőszolgálat is Airbus helikopter-változatokat üzemeltet (Fotó: HM Zrínyi Kft. Dévényi Veronika)

A megnyitón Németh Szilárd, a Honvédelmi Minisztérium miniszterhelyettese ismertette, hogy a Zrínyi 2026 honvédelmi és haderőfejlesztési program keretén belül 3500 milliárd forintot fordítanak haderőfejlesztésre. A fejlesztési és modernizációs folyamatok során a légi és szárazföldi haderő mellett a logisztika, a katonai-egészségügyi és a vezetési rendszer is megújul. A bemutatón megjelenő eszközök, mint pl. az Airbus H145M helikopter, a szárazföldi haderőnél új páncélos eszközök, mint pl. Leopard 2A7+ harckocsi, PzH 2000 önjáró löveg rendszerezése folyamatban van, továbbá megújulnak a könnyű páncélvédett kerek terepjáró járművek is.



4. ábra. Az NMS 4x4 könnyű páncélozott terepjáró jármű a jól átgondolt tervezésnek köszönhetően, monokróm „V” alváz, kompozit modulok még egy aknarobbanással szemben is megóvják a személyzetet. Növeli a védettséget a 221 kW (300 LE) motorteljesítmény és a 140 km/h végsebesség (Fotó: HM Zrínyi Kft. Dévényi Veronika)

* ORCID: 0000-0002-5418-2415

** ORCID: 0000-0001-5524-6735



5. ábra. A Leopard 2 harckocsicsalád legújabb, legkorszerűbb változata az A7+ verzió. Érdeemes megfigyelni a főfegyverzetet, a maximális állásszögre emelt 120 mm-es sima csövű löveget, amely végét ekkor még takaróponyvával fedtek az időjárás viszontagságai miatt (Fotó: HM Zrínyi Kft. Dévényi Veronika)



6. ábra. A PzH 2000 önjáró löveggel, a világ élvonalába tartozó fegyverrel a honvédségben újra megjelenik az önjáró tüzérség. A PzH 2000 digitális löelemképző rendszerével „sebészi pontosságú” tűzcsapást mérhet, akár 30 km-es távolságban felderített célokra is (Fotó: HM Zrínyi Kft. Dévényi Veronika)



7. ábra. A Leopard Leguan hídvető harckocsival könnyen és gyorsan áthidalhatók a műszaki zárok, vízmosságok és kisebb folyók. A Leguan által telepített hidakon átkelve a Leopard 2-es harckocsik és más járművek folyamatos mozgásban maradhatnak (Fotó: HM Zrínyi Kft. Dévényi Veronika)



8. ábra. A Wisent 2-es nehéz műszaki mentő és akadályelhárító jármű kinyújtott markoló kanállal. A Leopard 2-es harckocsi alvázára épített jármű követi azt a páncélosok tervezésében elfogadott „családelvet”, amely szerint az műszaki járműveket a harckocsikkal azonos alvázra kell telepíteni, hogy ezáltal ugyanolyan mozgékonyak lehessenek, és együtt haladva támogathassák a hadműveleteket (Fotó: HM Zrínyi Kft. Dévényi Veronika)



9. ábra. A Magyar Légierő JAS 39 C vadászgépe nyitott futóművekkel, alacsony sebességű áthúzás közben. A korszerű vadászgépekkel a honvédség megfelel a NATO-elvárásoknak. Ezt bizonyítja, hogy a NATO szerződésben biztosított Balti Air Policing kontingensben képesek nemcsak a hazai, hanem a balti államok légvédelmét is ellátni (Fotó: HM Zrínyi Kft. Dévényi Veronika)

Czirók Zoltán*

Egy „Puma” vadászpilóta utolsó bevetése

Horváth Ernő¹ – Horváth István és Ács Rozália második gyermekeként – 1922. május 20-án, Sárváron látta meg a napvilágot. Az elemi iskola négy osztályát követően a helyi polgári fiúiskolában folytatta tanulmányait, majd vasesztergályos tanoncnak szegődött egy mester mellé, a sárvári cukorgyárba. Iparostanonc bizonnyítvánnyal a birtokában 1940-ben és '41-ben, rövid időszakokra még alkalmazták az akkor már tulajdonos nélkül maradt és hadiüzemmé alakított gyárban, a fiatalember azonban hamarosan búcsút intett a munkáséletnek, és pilótaképzésre jelentkezett a Horthy Miklós Nemzeti Repülőalaphoz. 1941 késő tavaszától a győri kiképzőkerethez beosztva vett részt az elsőfokú kiképzésen, majd az október 30-i budaörsi vizsga után a szombathelyi Magyar Királyi Honvéd Légierő Repülőgépezető Iskolájában (REGVI) részesült másod- és harmadfokú kiképzésben. Horváth Ernő az 1942 nyarán történt záróvizsgán megfelelő teljesítményt mutatott ahhoz, hogy a szolnoki vadász harci iskolára vezényeljék. A hozzávetőleg 5 hónapos kiképzést követő mintegy 1,5 évről csak korlátozott információk maradtak fenn, az azonban biztos, hogy a Messerschmitt-átképzést abszolválva, az Újszászy György százados parancsnoksága alatt álló 101/2. századba osztották be. A 22 éves ifjú 1944. július 10-én érkezett meg a „Pumák” állomáshelyéül szolgáló Veszprém-Jutas repülőtérre. Első bevetésére július 25-én került sor, de az osztrák területeket támadó amerikai kötelékeket ezúttal csak messziről láthatta. Nem így másnap, amikor a kötelékétől leszakadva több rácsapásban támadta az amerikai bombázókat, azonban kifogyott az üzemanyaga és Budweis repülőtere mellett, egy szántóföldre tette hasra vadászgépét.

Horváth Ernő összesen 8 bevetést repült, ebből kettőt vagy hármat augusztusban, legalább egyet pedig október 9. és 12. között, az alföldi páncéloscsata harcaiban, a felvonuló szovjet gyalogos és páncélos egységek ellen. Utolsó felszállására 1944. november 1-én került sor.



1. ábra. Horváth Ernő portréfotója (A Lengyel család gyűjteményéből)

Mindenszentek napján Veszprém felett is derült volt az ég, az ezred néhány gépe egész nap készsétséget adott, az 1. és 2. századtól pedig egy-egy raj bevetésre is került a repülőtér biztosítására,² amelynek Horváth Ernő mellett Krascsenics Lajos is részese volt; ő a következőképp emlékezett a történetekre:

„November elseje is a már megszokott menetrend szerint indult. Busszal ki a reptérre, ott reggeli, majd reményekkel teli várakozás, hátha megússzuk bevetés nélkül.

De nem úsztuk meg! Miután olyan jelzések érkeztek, hogy az amik alacsony támadása várható, ezért a 2. század egy-egy rajjal egymást váltva, két-három ezer méter magasan, Hajmáskér légtérében fordulóva kívárja megjelenésüket, és onnan zuhan meglepetésszerűen a támadók nyakába. (...)

Szépen emelkedtünk a reptér felett, majd Hajmáskér felé kerültünk, hogy a parancs szerint ott körözve várjuk az ala-

ÖSSZEFOGLALÁS: A katonai repülés történetének fejezetei jellemzően a leghíresebb, legeredményesebb pilótákról szólnak, de mindenképp olyan hajózókról, akik valamilyen kiemelkedő tettet hajtottak végre. A szolgálatukat lelkiismeretesen ellátó, de kevésbé sikeres repülőkről csak nagyon ritkán szól a fáma. A fájdalmasan rövid életű Horváth Ernő szakaszvezető egyike volt e hétköznapi hősöknek. Utolsó bevetésének részletes bemutatását egyrészt Horváth Ernő személyének szélesebb körben történő megismertetése, másrészt az utóbbi időszakban előkerült, a zuhanásáról készült, kivételes és mindeddig publikálatlan fotók indokolják.

KULCSSZAVAK: vadászpilóta, Magyar Királyi Honvéd Légierő, katonai repülés, Messerschmitt, 2. világháború

ABSTRACT: The chapters in the history of military aviation are typically about the most famous, most successful pilots, but certainly about those who have done some outstanding action. However, few words were spoken about those who conscientiously performed the duties of their charge, but less successfully. Chief Corporal Ernő Horváth, painfully short-lived, was one of these everyday heroes. A detailed presentation of his last deployment is motivated on the one hand by making Ernő Horváth's person known on a wider scale, and on the other hand by the photographs of his fall, exceptional and so far unpublished.

KEY WORDS: fighter pilot, Royal Hungarian Air Force, military aviation, Messerschmitt, World War II

* ORCID: 0000-0002-8467-8817



2. ábra. Pihenő a váti reptéren 1942. április 7-én. Balról a második Horváth Ernő (B. Stenge Csaba gyűjteményéből)

csontymadókát, s elvegyük a kedvüket a hasonló próbálkozásoktól.

Nagy nyugalmunknak azonban hirtelen végeszakadt, mert a légvédelem olyan tüzet zúdított körénk, hogy az egy bombázóezrednek is elég lett volna. (...)

Mi azonban jobbnak véltük, ha odébbállunk, mielőtt még belőnék a magasságunkat, mert ahol mi repültünk, az a legeszményibb magasság volt a légfúrosoknak.

Egy nagy kör után, mikor a harcálláspont tudatta, hogy beszéltek a tüzerekkel, visszarepültünk a kijelölt hely fölé.

Ott azonban még az előbbinél is nagyobb tűz fogadott minket, s mikor a robbanások megdobták gépeinket, kis csapatunk szétugrott, és újabb méltatlankodásba kezdtünk az irányító központ felé. Térítsék már észre ezeket a vaksi tüzereket, akik nem tudják megkülönböztetni a saját gépet az ellenségtől!

Néhány perc alatt jött a megnyugtató át: menjünk csak vissza a helyünkre, mert beszéltek a tüzerekkel.

Harmadszorra azonban már úgy belejöttek tüzeink, hogy Horváth szakaszvezető gépét eltalálták, s neki ki kellett válnia a kötelékből.⁷³

Ezt követően nem tudni, pontosan mi történt. Kraszenics visszaemlékezésében azt írta, hogy Horváth „sérült gépével légi harcra keveredett az arra kószáló Mustangokkal”. A kitüntetési javaslaton szereplő hivatalos indoklás szerint pedig Horváth Ernő „az ország légterébe bepillant többszörös túlerőben lévő angol-szász kötelékekkel vívott légiharcban saját testi épségével nem törődve sorozatos rácsapásokat hajtott végre, míg találatot kapott s gépével lezuhanva hősi halált halt”.⁴

A szakaszvezető gépét megtámadó amerikai vadászokat nem nehéz azonosítani, ugyanis a nap során a bevetett



4. ábra. A Horváth Ernő gépét lelövő Barnett Chaskin hadnagy (középen) Madna repülőterén 1944. október 5-én, és repülőgépe a „Miss Dottie”



5. ábra. A zuhanás pontos helye

alakulatok közül az 52nd FG repülőinek volt egyedül légi harca.⁵ A repülőcsoport 37 P-51 Mustang típusú vadászgépe kísérte a 49th BG bombázóit Bécs fölé, de a célpont környékén uralkodó rossz időjárás miatt hosszabb-rövidebb időre több vadászraj is szem elől tévesztette a védelmére bízott négymotorosokat. A 4th FS öt gépből álló „Sárga” raja – Bourne (rajparancsnok), Burton, Chaskin, Hosey és Dzurnak hadnagyok – a jelentés szerint 13.20-kor elhagyta a bombázókat, hogy egy sérült, a kötelékétől le-

3. ábra. Horváth Ernő az aranyasas pilóta, családi körben (A Lengyel család gyűjteményéből)



6. ábra. Horváth Ernő vadászgépének füstölő roncsa





7. ábra. A lezuhant vadászgép közelében katonák keresik az alkatrészeket

szakadt B-24-es útját biztosítsák hazafelé. 14.00-kor a Balaton közelében 16 000 láb (4877 méter) magasságban repültek, amikor egy magányos Bf 109-est vettek észre, amint keleti irányból épp a kíséretükben lévő Liberátort készült megtámadni. A Mustangok az ellenséges gépre vetették magukat, amely azonnal felhagyott a támadással és zuhanásba vitte a gépét. Az üldözés egészen a talajig folyt, ahol Barnett Chaskin hadnagy a Messerschmitt közelébe fért és lelőtte.⁶ A napi összesítő jelentés szerint az összecsapás helyének koordinátái: É.sz. 46°43', K.h. 17°30', azaz Balatonlelétől délnyugatra.⁷

A magyar vadászpilóta által kiszemelt, kötelékétől lemaradt bombázó valószínűsíthetően a 451st BG „The Bad Penny” becenevű Liberátora volt, amely a célpont felett a bombakioldást követően légvédelmi találatot kapott. A két megsérült üzemanyagtartály miatt a gép 4-es motorjának légcsonkát vitorlázó állásba kapcsolta a pilóta, míg a 3-as motor üresjáratban forgott tovább. Bodycomb hadnagy déli irányba fordította repülőgépét, hogy megpróbáljon visszavergődni a támaszpontjára, a Balaton közelében azonban ismét – saját beszámolójuk szerint – légvédelmi találatot kaptak, ám kicsit később három P-51-es vadászgép szegődött melléjük kísérőként. A Drávát elhagyva a maradék két motor is leállt, miután elfogyott az üzemanyag, így a legénység kénytelen volt elhagyni a gépet; Jugoszlávia felett kb. 12 000 láb (kb. 3658 méter) magasságról ugrottak ki ejtőernyővel.⁸

A magyar Messerschmitt és az amerikai vadászok közötti egyenlőtlen légi harc Balatonlelle légterében bontakozott

8. ábra. A Bf 109-es orra és szárnyai, elválasztva a gép többi részétől



9. ábra. Közeleli felvétel a Bf 109-es kiégett és összetört orr-részeről és szárnyairól

ki. A gépek a Kaposvár – balatonlelle út (a jelenlegi 67. számú főút) felett, Látvány felől érkeztek a község fölé kb. 300 méteres magasságban. Horváth Ernő az egyik üldözőjével a hátában kirepült a Balaton fölé, míg a többi ellenséges gép a menekülési útját igyekezett elvágni. Hozzávetőleg a tó közepén balra fordult, majd kb. 3-4 km repülés után ismét balra fordította a „Messzer”-t, Balatonboglártól pedig újra Lelle felé vette az irányt, de innen két amerikai gép szemből repült felé.⁹

E manőverek során a Mustangok folyamatosan támadták és lőtték a magyar vadászgépet. A rádióban az utolsó mondatfoszlány, amit a társai hallottak Horváth Ernőtől, a következő volt: „A fene vigye el, eltaláltak...!”¹⁰ Az azonban nem derült ki, hogy csak a gépet vagy a pilótáját is találat érte-e. Mindenesetre a magyar vadászpilóta a gépét siklásba vitte, a későbbi leszállási helyétől már mintegy 1,5-2

10. ábra. Horváth Ernő sírja a sárvári temetőben



km-re ledobta a kabintetőt, manőverezve átrepült Balaton-lelle felett, majd a községtől délre kb. 300 méterre, egy kukoricatábla szélén gyönyörűen hasra tette az erősen füstölő 109-est. A földet érés után a jobb oldalon felvágódott a motorháztető és kegyetlenül égni kezdett a repülőgép a motor és a pilótakabin környékén. A helyiek egybehangzóan állítják, hogy látták a fülkéből kiemelkedő pilótát, ahogy próbál kímászni az égő gépből és visszarogy, valamint azt is, hogy a kényszerleszállást követően az amerikai vadászok rárepültek a lelőtt ellenségre és megsorozták – emiatt, vagyis a pilótát ért találat miatt nem tudott kimene-külni az égő roncsból.¹¹

A környéken dolgozó munkások, félve a robbanástól, nem mertek közelebb menni, hamarosan pedig csendőrök érkeztek, akik nem engedtek senkit az óriási, fehér lánggal – egészen estig – égő fémtömeg közelébe. A pilótát is csak másnap emelték ki a gépből és szállították a halottas házba, míg a roncsokat a következő napokban levették vigyázták annak elszállításáig. A visszaemlékezők szerint a község lakóit nagyon megviselte a fiatal magyar pilóta halála, az utcákon lehajtott fejvel jártak az emberek, az esedékes futball mérkőzést is elhalasztották.¹²

Horváth Ernő holttestét hazaszállították Sávára, és november 5-én a helyi temetőben helyezték örök nyugalom-ra. A temetést végző Gryneus György plébános szertartása során a „Pumák” két gépe kétszer is átrepült alacsonyan a

nagyközség felett, a temető felett körözve pedig koszorút is dobáltak le, kifejezve tiszteletüket elesett bajtársuk iránt.¹³

Édesapja egy héttel fia halálát követően ellátogatott a történet helyszínére, ahol már csak égett fadarabokat és egy nagy krátert talált, minden egyebet összetakarítottak addigra.¹⁴

Horváth Ernőt a 101/2. vadászrepülő század 1944. november 6-án kelt név szerinti veszteségkimutatása alapján, a november 7-én kelt 34. számú ezredparancs rendelkezé-sével törölték a század állományából.¹⁵ Az ellenség előtt tanúsított vitéz és önfeláldozó magatartásáért posztumusz felterjesztették a Magyar Nagy Ezüst Vitézségi Éremre,¹⁶ helyette azonban a „Tűzkereszt III. fokozatát a fekete sza-lagon” ítélték oda számára, pontosabban legközelebbi hozzátartozói részére Ernő hősi halálának napjával.¹⁷

Különösen megható gesztus volt a 101. vadászrepülő ezredhez beosztott 11 német tiszt és tiszthelyettes részé-ről, hogy az ezreddel való együttérzés és bajtársiaság ki-fejezésre juttatása képpen 1100 pengőt gyűjtöttek össze és juttattak el Heppes őrnagyhoz abból a célból, hogy az adományt a légi harcokban hősi halált halt hajózók legjob-ban rászoruló hozzátartozói megsegítésére fordítsa. A be-érkezett javaslatok alapján az összeg felével a hősi halált halt Horváth Ernő tovább szolgáló szakaszvezető hozzá-tartozóit támogatták.¹⁸

Horváth Ernő sírja a sávári temetőben található.

JEGYZETEK

- 2014-ben a sávári Nádasdy Ferenc Múzeum kiadásában jelent meg *Horváth Ernő, egy sávári vadászpilóta a 2. világháborúban* címmel életrajzi kötet, jelen írás szerzőjének tollából. A tovább szolgáló szakaszvezető utolsó bevetésének bemutatását – Horváth Ernő személyének szélesebb körben történő megismertetésén túl – a közelmúltban előkerült, gépének zuhanásáról készült, mindeddig publikálatlan fotók indokolják. A szerző ezúton mond köszönetet a fotók tulajdonosainak, Bruckner Jánosnak (Balatonlelle), valamint Szűcs Andrásnak (Balatonlelle) archívumuk rendelkezésre bocsátásáért;
- Veress. D. Csaba: A Veszprém-jutasi katonai repülőtéren összpontosított m. kir. 101/3. honi vadászrepülő-század bevetési könyve, 1944. május 10. – 1945. május 16. 2. rész. Veszprémi Szemle, 2011. 2. sz. 72. p.;
- Krasczenics Lajos: Egy magyar királyi vadászrepülő visszaemlékezései. Bp., 1990. 51–52. p.;
- Uo. 54. p.; HM-HIM Hadtörténelmi Levéltár (továbbiakban: HL), 101. vadászrepülő-ezredparancsnokság iratai (továbbiakban: 101. vr. ep.). Néhai Horváth Ernő kitüntetési javaslata. 111. d.;
- A 1st, 31st, 325th és 332nd Fighter Group (FG) repülői teljesen eseménytelen bevetés részesei voltak e napon, a bombázók kísérete közben nem is láttak ellenséges repülőgépet. Air Force Historical Research Agency, 1st Fighter Group Narrative Mission Report, No. 1201, 1 November 1944; 325th Fighter Group Narrative Mission Report, No. 107, 1 November 1944; 332nd Fighter Group Narrative Mission Report, No. 107, 1 November 1944.; Dennis C. Kucera: In a now forgotten sky. The 31st Fighter Group in WW2. Stratford, 1997. 316. p. A vármegye területén alacsonyítmadásokat végrehajtó 14th és 82nd FG sem találkozott ellenséggel. National Archives and Records Administration (továbbiakban: NARA), 14th Fighter Group Narrative Mission Report, No. 186. 1 November 1944.; 82nd Fighter Group Narrative Mission Report, 1 November 1944.;
- NARA, 52nd Fighter Group Narrative Mission Report, No. 118, 1 November 1944.; Tom Ivie – Paul Ludwig: Spitfires and Yellow Tail Mustangs. Crowborough., 2005. 150–151. p., FS = Fighter Squadron, azaz vadászrepülő század. Az amerikai légierőben a legkisebb vadászrepülő egység, amely 25-29 repülőgéppel rendelkezett. A bevetések során az egyes századokat rajokra (=Flight) bonthatták;
- NARA, HQ MASAF Intops Summary No. 468. In: 55th Bomb Wing Mission Report, 1 November 1944.
- Missing Air Crew Report 9585. A szerző gyűjteményéből.; Mike Hill: The 451st Bomb Group in Word II. A Pictorial History. Atglen, 2001. 66., 134 p. A B-24-es sorozatszáma: 42-51321;
- Id. Szűcs István (Balatonlelle) személyes közlése. Visszaemlékezése szerint a légi harc délután fél kettő körül egy magyar és négy amerikai vadászgép között zajlott le;
- Lengyel István közlése nagyapja, Horváth István visszaemlékezése nyomán;
- Id. Szűcs István (Balatonlelle) személyes közlése. Lengyel István közlése Somogyi Ernő (Balatonlelle) visszaemlékezése nyomán. Somogyi Ernő a község temploma mellett lakott, az eseményeket a templomtoronyból nézte végig. Emlékei szerint a kukoricatábla szélén lévő diófa mellett ért földet a repülőgép;
- Id. Szűcs István (Balatonlelle) személyes közlése. A leventeként szolgáló fiatal Szűcs Istvánt is megviselték nemcsak az események, hanem Horváth Ernő rettenetesen – különösen a fején és végtagjain – megégett holttestének látványa; a jobb oldalán tátongó nagy, nyílt seb lövésre utalt;
- Szent László Plébánia Hivatal (Sávár), Horváth Ernő halotti levelének másolati példánya. Kivonat a sávári X. Plébánia Halottak anyakönyvéből, 128. sz.; Honvédelmi Minisztérium Hadtörténelmi Intézet és Múzeum, Központi Irattár (továbbiakban: HM-HIM Kpl). Horváth Ernő veszteségi kártyája.; Lengyel István közlése édesanyja, Lengyel Lajosné (szül. Horváth Mária) visszaemlékezése nyomán. Kozonics Tibor (Sávár) közlése;
- Lengyel István közlése nagyapja, Horváth István visszaemlékezése nyomán;
- HL, 101. v. rep. ep. 34. sz. ezredparancs (továbbiakban: epcs.) (1944. nov. 7.) 111. d.;
- HL, 101. v. rep. ep. 34. sz. epcs. (1944. nov. 7.) 111. d. Néhai Horváth Ernő kitüntetési javaslata;
- HL, 101. v. rep. ep. 53. sz. epcs. (1944. nov. 30.) 111. d.;
- HL, 101. v. rep. ep. 45. sz. epcs. (1944. nov. 22.) 111. d. Az összeg másik felét a 101/3. század 1944. augusztus 22-én hősi halált halt pilótája, Kovács Pál ht. őrmester hozzátartozói részére juttatták el.

CONTENTS

STUDIES

Editorial of the Editor in Chief of Haditechnika	2
Special Military Requirements of the Maintenance	3
Some Questions of the Developments of Military Applied Off-road Autonomous Vehicles Part 1	11
The Modernization of Hungarian Border Fence Using Unattended Sensor Networks, Part 2	17
The Improvement of Hollow Charges and the Application for IED Attacks, Part 1	23

INTERNATIONAL MILTECH REVIEW

Airbus 'Valiants' at the Red Square – Tanks and Tank Supporters, Part 2	27
Austrian Army has Changed its Outdated Tactical Radios	32
Stryker Combat Vehicle Family, Part 1	35
Argentinean Submarines in the Atlantic Ocean, Part 3	42

SPACE ACTIVITIES

Apollo 50, Race for the Moon, Part 4	47
Hungarian Participation in the Programme Sentinel	54

DOMESTIC SURVEY

Detailed Report on the Scientific Conference 'The Possibilities of Military Applications of Autonomous On-road and Off-road Vehicles'	58
The Big Cats of Battlefields – The Leopard 2 Tank Family, Part 2	64
Military Technology Show on Budaörs	70

MILTECH HISTORY

A 'Puma' Pilot's Last Mission	72
-------------------------------	----

INHALTVERZEICHNIS

STUDIEN

Begrüßung des neuen Chefredakteur der Haditechnika	2
Spezielle militärische Forderungen der Betriebserhaltung	3
Einige Fragen der Entwicklung der militärischen autonomen Geländewagen. Teil I.	11
Die Modernisierung des ungarischen Grenzzaun mit Anwendung von unbeaufsichtigten Sensornetze, Teil II.	17
Die Entwicklung Anwendung der Hohlladungen in IED-Anfälle, Teil I.	23

INTERNATIONALE WEHRTECHNISCHE RUNDSCHAU

„Degen“ auf dem Roten Platz, Teil II. – Panzer und Unterstützer	27
Die Österreichische Armee hat die alte Truppenfunkstationen gewechselt.	32
Panzerfamilie „Stryker“ Teil I.	35
Argentinische U-Boote am Atlantik, Teil III.	42

RAUMFAHRTTECHNIK

Wettbewerb für den Mond - nach 50 Jahre, Teil IV.	47
Ungarische Beteiligung im Sentinel-Programm	54

HEIMATSCHAU

Über die Konferenz «Die militärische Anwendungsmöglichkeiten der autonomen Straßen- und Geländefahrzeuge»	58
Die Großkatzen der Kampfplätze – die Panzerfamilie Leopard-2, Teil II.	64
Militärtechnische Vorführung in Budaörs	70

GESCHICHTE FÜR WEHRTECHNIK

Der letzte Einsatz eines Jagdfliegers von „Puma“	72
--	----

A címképünkön: Leopard 2A7+ harckocsi a budaörsi honvédelmi napon. A világ egyik legkorszerűbb harcjárművéből a Magyar Honvédség 44 db-ot rendszeresít (Fotó: HM Zrínyi Kft. Dévényi Veronika)

Borító 2.: Fent: A Magyar Honvédség Airbus A319 csapatszállító repülőgépe alacsonyan, kis sebességgel áthúzza „köszönt be” a Budaörsre a Honvédelem napja alkalmából. Lent: A Magyar Légierő egy- és kétüléses Gripen vadászgépe, szoros kötelékben repül a budaörsi repülőtér fölött (Fotók: HM Zrínyi Kft. Dévényi Veronika)

Borító 3: Fent: A különleges műveleti erők katonái a bemutatón gyorskötetes leereszkedéssel hagyják el a honvédség Mi-17-es helikopterét. Lent: A budaörsi katonai rendezvényen a szárazföldi egységek, egy BTR 80-as lövészpáncéllal támogatják a különleges műveleti katonákat (Fotók: HM Zrínyi Kft. Dévényi Veronika)

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 felhasznált 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 felhasznált irodalom jegyzékében, amelyre a szerző a törzsszövegben nem hivatkozik. A szerzői jogra (copyright) vonatkozó jogok és kötelezettségek, továbbá a tiszteltetj 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

Éves előfizetési díj 3120 Ft.

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., Fillér 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 megrendelhetők a Zrínyi webshopban (www.hmzrinyi.hu/termekek/magazinok).

A Haditechnika megvásárolható

Lira Könyvárúháza, 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., Fillér u. 14.

1087 Budapest Kerepesi út 29/b.

Nyitvatartás: H.–P. 9–15 óra

www.topomap.hu



IRANYASEREG.HU

A MAGYAR HONVÉDSÉG KARRIEROLDALA

TARTOZZ KÖZÉNK ÉS VÁLASZD A BÁTRAK ÚTJÁT!

