

A múlt, a jelen és a jövő fegyverei

# HADITECHNIKA

2019/1

LIII. évfolyam 1. szám

Ára 520 Ft





## A HONVÉDELMI MINISZTERIUM MŰSZAKI-TUDOMÁNYOS ÉS ISMERETTERJESZTŐ FOLYÓIRATA

2019/1. szám.  
LIII. évfolyam

### A szerkesztőbizottság elnöke:

Dr. Porkoláb Imre ezredes  
(Kormánybiztosi Hivatal)

### Elnökhelyettes:

Baráth István ddtbk.  
c. egyetemi docens (MH LK pk.)

### A szerkesztőbizottság tagjai:

Amaczi Viktor nyá. mk. alez. (HT)

Dr. Balajti István (NATO)

Benkó Imre (HM Currus Zrt.)

Dr. Both Előd csillagász, a MANT elnöke

Dr. Gáspár Tibor nyá. mk. vör. (MKLE)

Gecse János ezds. (MH LK)

Dr. Germuska Pál (MNL)

Dr. habil. Gyarmati József mk. alez. (NKE)

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

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

Prof. Dr. Haig Zsolt mk. ezds. (NKE)

Prof. Dr. Halász László mk. ezds. (NKE)

Dr. Hegedűs Ernő mk. őrnagy  
(NKE KMDI)

Kaposvári László Zoltán ddtbk. (HVK LCsF csf.)

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

Prof. Dr. Kiss Péter (SzIE)

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

Prof. Dr. Kovács László mk. ezds. (NKE)

Dr. Kovács Vilmos ezds. (HM HIM pk.)

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

Kugler György vezig. (HM ArmCom KT ZRT.)

Dr. Németh András mk. őrgy. (NKE)

Prof. Dr. Padányi József mk. vör. (NKE HHK rektor h.)

Prof. Dr. Pokorádi László (NKE, ÓE)

Dr. Rohács József (BME)

Dr. Ruszin Romulusz ddtbk. (MH 5. BILDD pk.)

Sárhidai Gyula okl. mk. nyá. tanácsos (HT)

Simon Attila ezds. (HM VTKK)

Prof. Dr. Solymosi József mk. ezds. (NKE)

Szabó Miklós nyá. mk. alez. (HT)

Torma János vezig. (Rába JGYK Kft.)

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

Varga József

### Felelős szerkesztő:

Dr. Hajdú Ferenc  
mk. ezredes (MH LK, NKE)

### Szerkesztő:

Dürr János Béla MSc (MH LK, TÚK)

### Szerkesztő asszisztens

(DOI adminisztrátor):

Szivák Petra

Rózsáné Drahos Gabriella

### A szerkesztőség postacíme:

Budapest, 1885 Pf.: 25.

Telefon: 398-4586

haditechnika@hm.gov.hu

Kiadja

a Honvédelmi Minisztérium

Zrínyi Térképészeti

és Kommunikációs Szolgáltató Közhasznú

Nonprofit Kft.

Székhely: 1087 Budapest,

Kerepesi út 29/B

Telephely: 1024 Budapest,

Szilágyi Erzsébet fasor 7-9.

Postacím: 1276 Budapest 22, Pf. 85

Telefon: 336-2030, Fax: 336-2035

## FÓKUSZBAN

Brányi Bence: Szemelvények  
a kibernetikában jelenéből  
III. rész 18



Sárhidai Gyula: A helikopter  
teher-UAV-tól a kínai AT200-as  
teher szállító robotrepülőgépig 22



Kalóczkai Tibor: A magyar  
katonai ejtőernyőzés története  
1948-tól napjainkig 59



Dr. Mujzer Péter: A 2.  
páncélososztály harcai 1944  
őszétől 1945 tavaszáig 71



## TANULMÁNYOK

Dr. Porkoláb Imre: Szervezeti  
innováció a Magyar  
Honvédségben: az ember-  
gép szimbiózisa  
a stratégiaelméletek tükrében 2

Dr. Molnár László: Gyors  
működésű gyutacs-detonátor  
felépítésének modellezése 9

Dr. Hegedűs Ernő: Wass Huba  
magyar származású amerikai  
dandártábornok 15

## NEMZETKÖZI HADITECHNIKAI SZEMLE

Vincze Gyula: Török  
harcokcsívesztések  
Észak-Szíriában 24

Szmolnik Laura: A nano-  
technológia hatása a robotika  
és a katonai robotok  
fejlődésére 28

## ŰRTECHNIKA

Schuminszky Nándor: Verseny  
a Holdért. Az Apollo program  
– 50 év után II. rész 34

Ferencz–Steinbach–Lichtenberger  
–Ferencz: Trabanttal a Föld  
körüli 39

## HAZAI TÜKÖR

Szatmári András: 7,62 mm-es  
AMP puszkagránátlövő  
gépkarabély II. rész 44

Autonóm on- és offroad járművek  
katonai alkalmazhatóságának  
lehetőségei 49

Vozsech István: 40x46 LV gránát  
rakéta-póthajtással – egy meg  
nem valósult fejlesztés I. rész 51

## HADITECHNIKA-TÖRTÉNET

Horváth Zoltán: Az osztrák-  
magyar haditengerészet  
gyorsnaszád-fejlesztései II. rész 56

Kelecsényi István – Sárhidai  
Gyula: Akik majdnem  
megnyerték az Atlanti csatát  
– A Kriegsmarine U VII. osztályú  
tengeralattjárói III. rész 62

Czirók Zoltán: Szentnémedy  
(Willwerth) Ferenc vezérkari  
ezredes élete és katonai  
pályafutása I. rész 67

**Olvasószerkesztő:** Rojkó Annamária ■ **Nyomdai előkészítő:** PGL Grafika Bt.

**Nyomtatás:** HM Zrínyi Nonprofit Kft. ■ Felelős vezető: Benkóczy Zoltán ügyvezető

A **Haditechnika** kéthavonként nyomtatásban megjelenő folyóirat.

Azonos tartalmú **online kiadványváltozatának** hozzáférése:

[http://www.honvedelem.hu/haditechnika\\_magazin/](http://www.honvedelem.hu/haditechnika_magazin/) és <http://www.dimag.hu/magazin/Haditechnika/>

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

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

Dr. Porkoláb Imre\*

# Szervezeti innováció a Magyar Honvédségben: az ember-gép szimbiózisa a stratégiaelméletek tükrében

A stratégia az évezredek folyamán mindig nagymértékben befolyásolta a célkitűzések megvalósítását, az emberek viselkedését, és az összecsapások során a győzelem kivívását. Napjainkban sincs ez másképp, hiszen a digitális technológiai forradalomnak köszönhetően, rendkívül gyorsan következik be a legújabb stratégiai paradigmaváltás, és egyre elképesztőbb kihívásokkal találjuk szembe magunkat, aminek elkerülhetetlen összetevője, hogy bizonytalanságot érzünk.

Véleményem szerint két dolog megváltozott az elmúlt két évtizedben, és ezek kombinációjaként egy a korábbiól eltérő, gyökeresen új hadviselés küszöbén állunk, amelyben az évezredekben keresztül egymástól különálló stratégiai szemléletmódok integrációja, valamint az ember-gép szimbiózisa teljesen új távlatokat nyit a hadviselő felek számára.

Az alábbi cikkben röviden megvizsgálom milyen út vezetett a mai, modern hadviselési elvek létrejöttéig, és milyen technológiai hatások okoztak változásokat a különböző történelmi korokban.

Jelenleg 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.

A Haditechnika folyóirat hasábjain szeretném felhívni a figyelmet arra, hogy az egyre inkább technológia-fókuszú világban, Szun-ce kétezeröttszáz évvel ezelőtt született műve óta egy valami nem változott. Alapvetően a hadviselés még mindig az emberi akaratok összecsapásának próbája, és bármennyire is fontos a technológia szerepe, még mindig az ember a meghatározó tényező az összecsapások kimenetelében, még akkor is, ha ezt a gépekkel szimbiózisban hajtja végre. Ezt a gondolatot rendkívül fontos szem előtt tartani, amikor új technológiák beszerzéséről és azok rendszeresítéséről hozunk döntéseket nap, mint nap.

## A STRATÉGIAI SZEMLELETMÓDOK FEJLŐDÉSE

A hadelmélet, a történelem és a pszichológia szerint az emberiség fejlődése korszakokra osztható. E korszakok nemcsak a gondolkodásmódban, de a stratégiai megközelítésekben is mindig ugrásszerű fejlődést, paradigmaváltást mutatnak.

Égészen napjainkig alapjában véve két egymástól eltérő szemléletmódot figyelhetünk meg. A bié szemléletmód évszázadokon keresztül egyeduralmukodóvá vált a tömeghadseregek körében, ugyanakkor a hagyományostól eltérő, métis szemléletmód, amelyet az irreguláris hadviselő felek sok esetben sikerrel alkalmaztak, a közelmúltban rendkívüli mértékben felértékelődött, és a legújabb generációs hadviselés során integrálódott a bié szemléletmódot

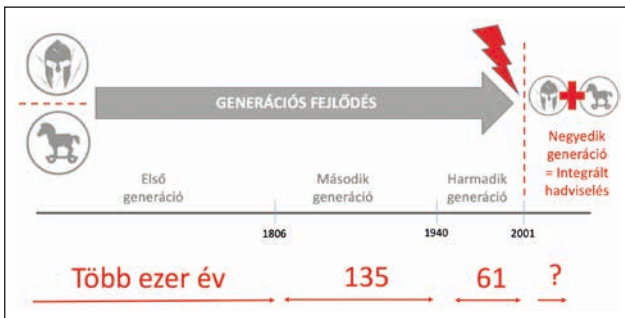
**ÖSSZEFOGLALÁS:** A cikk vizsgálja, hogy milyen út vezetett a modern hadviselési elvek létrejöttéig, és milyen technológiai hatások okoztak változásokat a különböző történelmi korokban. Jelenleg egy újabb stratégiai paradigmaváltás intézményi alkalmazkodás szakaszában járunk, a Magyar Honvédség számára is elengedhetetlen, hogy sikerrel menedzseljen egy digitális transzformációt és az ezzel együtt járó szervezeti kultúraváltást. Napjainkban felértékelődik a szemléletmódváltás szerepe, és a nagy méretű bürokratikus szervezetek szinte kivétel nélkül arra törekednek, hogy gyorsabb döntéshozatali folyamatokat, adaptívabb és rugalmasabb szervezeti formákat, valamint hatékonyabb képességfejlesztési módszereket alkalmazzanak. Újra kell gondolni a kutatási-fejlesztési rendszert, és a haderő felszereltségének és reagáló képességének javítása érdekében, a megtartó-fenntartó innovációra fókuszáló technológiai fejlődést kiemelten hangsúlyozó és a tervezésen alapuló stratégiai megközelítések helyett, egy innovációs stratégia mentén kell a radikális innovációs megoldásokat bevonva és előtérbe helyezve egy generációs ugrást végrehajtani.

**KULCSSZAVAK:** Stratégia, innováció, szemléletmódváltás, szervezeti kultúra, technológia, szervezetfejlesztés, vezetés

**ABSTRACT:** The article examines the path leading to the creation of modern warfare principles and the technological effects that caused changes in different historical times. We are currently in the process of institutional readjustment to a new strategic paradigm shift, and it is also imperative for the Hungarian Defence Forces to manage a digital transformation and the associated organizational culture transformation successfully. Today, the role of change of mind is appreciated and the large bureaucratic organizations are almost without exception seeking to adopt faster decision-making processes, more adaptive and flexible organizational forms, and more efficient capability development methods. The R & D system needs to be reconsidered and, in order to improve armament and reaction capability of the armed forces, a generation leap has to be accomplished in harmony with an innovation strategy involving and emphasizing radical innovative solutions, instead of strategic approaches that concentrate on technological development focusing on retentive-sustentative innovation and that is based on planning.

**KEY WORDS:** Strategy, innovation, change of mind, organizational culture, technology, organization development, leadership

\* Ezredes, Kormánybiztosi Hivatal kutatás-fejlesztési és innovációs szakreferens. ORCID: 0000-0003-1407-0678



1. ábra. A startégi elméletek fejlődése

előtérbe helyező tradicionális hadviselésbe. Ehhez az új hadviselési szemléletmódhoz meglehetősen hosszú és rögös út vezetett.

Az első jelentősebb szervezeti formák, amelyek már nagyobb néptömegeket egyesítettek, a törzsközösségek voltak, ahol a törzsfőnökök folyamatosan gyakorolták a hatalmukat, hogy kordában tartsák a csapatukat, így ebben az időszakban a megfélemlítés volt a mozgatórugó. Ebből az időből származnak az első írásos emlékeink is, amelyekből kiderül, hogy a közelharcra, a hősiesség helytállásra és a győztes csaták megvívására összpontosító hadművészet az ókori hadviselő felek hagyatéka.<sup>1</sup>

Ebben a korban a nyers erő (bié) szemléletmód és a falanx típusú harcászat terjedt el, amelyet az ókori Spárta fejlesztett tökélyre. A spártai falanx modellje a hoplita nehézfalalagosok hármasszója: fegyelem, közösség, önzetlenség volt. Ezek az eszmék napjainkig jól kifejezik az első generációs hadviselés alapelveit. Ez a fajta harcmodor megkövetelte, hogy valamennyi katona egységes egészként gondolkodjon és cselekedjen, ugyanakkor az egyes személyek közötti küzdelem is komoly jelentőséggel bírt. Ezek a követelmények és eszmék határozták meg a harcoló felek szemléletmódját és kiképzését, és adódtak tovább a történelem folyamán.

Az első generációs hadviselés éppen ezért viszonylag észszerűnek mondható környezeti körülmények között zajlott és kötött szabályokon alapult: mindenki ismerte a feladatát, begyakorolta a tennivalóját, és a szemben álló csoportok tagjai bizonyos rituélékat követően, viszonylag kiszámítható módon, egy meghatározott szabályrendszer mentén hajtották végre az összecsapást. Nem volt ez másként még ezer évvel később sem, amikor megjelentek az első tömeghadseregek és olyan szervezeti formák alakultak ki, amelyeket a mai bürokráciák őseinek tekinthetünk.

Ekkor figyelhetjük meg, hogy egyre bonyolultabbá válik a hadviselés környezete, éppen ezért a tervezési és végrehajtási funkciókat teljesen szétválasztották. A tervezés és a gondolkodás a piramis tetején elhelyezkedő szűk csoport feladata lett, és ezeket a terveket a piramis alján elhelyezkedő réteg valósította meg. A sikeres végrehajtás érdekében folyamatokat dolgoztak ki, amelyeket egy középső (ma úgy mondanánk, menedzsment) réteg felügyelt. Így bizonyos munkafolyamatok standardizálhatóvá és bárhol megismételhetővé váltak, ez pedig komoly befolyást gyakorolt a vezetési elvekre.

A 17. század közepén a legtöbb háborúban még mindig a falanx mintáját követő vonalas harcászatot tökéletesítve vezették győzelemre a tábornokok csapataikat, Bonaparte Napóleon azonban forradalmasította a hadviselést és az 1805-ös hadjárata során kialakította a hadtestek rendszerét, ezzel rugalmasságot kölcsönözve a hadsereg számára. A francia tábornok ösztönösen értette, hogy a merev szervezeti forma korlátozza a lehetséges opciókat, ezzel szem-

ben egy részekre felosztott hadsereg számtalan lehetőséget rejt magában. A szervezeti felépítés megváltoztatása, ahogyan azt Napóleon Jénánál, a poroszokat legyőzve be is bizonyította, rendkívül fontos összetevője volt a stratégiának.

A Napóleon nevével fémjelzett paradigmaváltás a hadviselésben a hadtudomány jelentős fejlődését és kibontakozását jelentette.<sup>2</sup> Ebben az időszakra a hadvezérek a hadműveletek során a bőséges anyagi erőforrások elosztásának gondos kiszámításával igyekeztek elkerülni a váratlanságot. Mindezekből adódik, hogy a lényeg nem az improvizáció, hanem a pontos terv volt, amelyet az alárendelt igyekeztek szóról szóra követni. Ha jobban belegondolunk, ez nem sok szemléletmódbeli eltérést mutat az első generációs bürokratikus szervezetekhez képest, amelyekben egy szűk felső réteg irányítását követve kellett mindenkinek végrehajtania az utasításokat.

A szabálykövetésen, és számítások, valamint tervek készítésén alapuló parancsnoki képességek sokkal fontosabbak voltak, mint a kreativitás.<sup>3</sup> Ebből adódik a hadviselési forma hátránya is: a változó környezethez való lassú és nehézkes alkalmazkodás. Az iparosodás korában a hatalmas gépezetként, olajozottan működő szervezeti formák pontosan így működtek, ugyanakkor az idő előrehaladtával változásokot is megfigyelhetünk.

Először is megváltozott a szervezetben dolgozók felelősségvállalása, és a parancsuralmi rendszerek helyett bizonyos haderőkben újabb paradigmaváltásra került sor. Az úgynevezett küldetésorientált vezetésszemlélet az irányítást és a decentralizált végrehajtást helyezte előtérbe. Ebben a rendszerben a stratégiát az alárendelt parancsnokok értelmezték és lebontották a saját szintjüknek megfelelően, meghatározták az elérendő célkitűzések mértékét, illetve idejét, de nem követték folyamatosan nyomon a csapatukban dolgozó emberek teljesítményét.

Ez a fajta gondolkodásmód különösképpen megfigyelhető volt a porosz hadseregben, amely a jénai vereség után úgy döntött, hogy ideje véget vetni a múltban gyökerező merev szervezeti formáknak, és haladéktalanul hozzálátott a haderő szervezeti átalakításához. A poroszok sikerének titka abban rejlett, hogy rendkívül nagy hangsúlyt fektettek a tisztok oktatására, akiket a stratégia, a harcászat és a vezetésszemlélet területein a lehető legjobban felkészítettek. Hangsúlyosan arra törekedtek, hogy a kiképzés során tanuljanak a saját és mások hibáiból, és folyamatosan fejlesszék ismereteiket. Ez a gondolkodásmód vezetett el a hadviselés harmadik generációjához, az Auftrags-taktik, vagyis a küldetésen alapuló szemléletmód elterjedéséhez. Bár magát a szemléletmódot már az ezernyolcszázad évek második felében tesztelni kezdték, mégis a második világháború idejére nyerte el igazi, végső formáját, és Liddell Hart munkásságának köszönhetően világszerte ismertté vált.

E brit katona és hadtudós 1967-ben megjelent könyvében<sup>4</sup>, az általa indirekt megközelítésnek nevezett stratégia lényegét a következőkben látta: ha a célokat az eszközökhöz rögzítjük, ha mindig szem előtt tartjuk a célt, ha a legváratlanabb irányból támadunk, ha olyan helyzeteket teremtünk, amelyekből többféle eredmény kihozható. Persze mindennek feltétele, hogy az általunk vezetett szervezet kellőképpen rugalmas és alakítható legyen.

Az indirekt hadviselést a két világháború között a német haderő fejlesztette tovább. Céljuk az ellenfél sebességgel és tempóval történő kizökkentése és az indirekt támadás középpontba helyezése volt. Ez a hadviselési forma a világháború (Blitzkrieg) idején bebizonyította, hogy a sikert nem az erőforrások abszolút fölényével, hanem az ellenség



gyenge pontjai ellen intézett lendületes támadással lehet kivívni. A gyors ütemű, sikert sikerre halmozó, egyszerre több helyen indított támadás következtében az ellenség feletti fölényt nem katonai erővel, hanem a kedvező feltételek kialakításával (a kezdeményezés megragadásával) és a lehetőségek azonnali, minden késlekedés nélküli kihasználásával teremti meg.<sup>5</sup>

E hadviselési forma szerint háborúban nem léteznek előre kiszámítható helyzetek, ezért a támadás valamennyi mozzanatára precíz hadműveleti tervet sem lehet kidolgozni. Ehelyett a vezetés folyamatát és a döntési szinteket kell decentralizálni, vagyis a tábornokoknak lehetővé kell tenniük alárendeltjeik számára, hogy (a vezetői szándék ismeretében) önálló döntéseket hozzanak. Ennek eredményeként az alárendelt parancsnokok – a felgyorsult döntéshozatal érdekében, kellő információk hiányában – kreatív módon a váratlanul alakuló lehetőségek megragadására törekednek. Ez rendkívül magas követelményeket támaszt a vezetőkkel szemben, és az ésszerűen kockázatos parancsnok válik hadviselés központi alakjává.<sup>6</sup>

A harmadik generációs hadviselést jellemző szemléletmód éltető ereje az időelőny megszerzése, mivel ennek birtokában a támadó megfosztja ellenfelét az ellenállás megszervezéséhez szükséges időtől, így ő diktálja a feltételeket, ezáltal stratégiai előnyt kovácsol magának.<sup>7</sup>

Így érkezünk el a 21. század küszöbére, amikor újabb stratégiai paradigmaváltásnak lehetünk szemtanúi. A legújabb generációs váltást az fémjelzi, hogy az évszázadokon keresztül egymás mellett létező tradicionális (bié) és irreguláris (métis) szemléletmódok, amelyek a történelem folyamán jól elkülöníthetőek voltak, a negyedik ipari forradalom által képviselt technológiai változások hatására egyre jobban elterjednek, és az elmúlt húsz évben olyan integrált irányba tolják el a hadviselést, ahol a bié és métis egyszerre, egymással szimbiózisban van jelen.

Az integrált hadviselés legfőbb jellegzetessége, hogy komplexebb, de gyorsabb lefolyású válsághelyzetek kialakulását teszi lehetővé, amelyekkel szemben a jelenlegi tradicionális döntéshozatali és válságreagálási modellek nem képesek időben és hatékonyan fellépni.

Az integrált hadviselés modern változatának koncepcióját az ezredforduló elején két kínai ezredes tette közzé egy korlátok nélküli hadviselésről<sup>8</sup> szóló tanulmányban. Az elméleti megközelítés a különböző hadviselési formák integrációjának lehetőségére és a különböző hadszíntereken folytatott tevékenységek ötvözésére és együttes alkalmazására tett javaslatot. A határok nélküli hadviselés legfontosabb alapelvei<sup>9</sup> a mindenirányúság, a szinkronicitás és az aszimmetria.

A mindenirányúság azt jelenti, hogy a győzelem kivívásához valamennyi hadszíntér lefedése, illetve a háborús aspektusok széles körének (politikai, gazdasági, kulturális területek) teljes (totális háború keretében történő) kiaknázása szükséges. A szinkronicitás a hadszínterek széles tárházát felhasználó műveletek egyszerre, egymással egy időben történő alkalmazására hívja fel a figyelmet. E két alapelv mentén kombinálják a tradicionális és az irreguláris hadikultúrák erősségeit, így téve lehetővé egy integrált megközelítést. Végezetül az aszimmetria az információk fölény kialakítását és folyamatos fenntartását tűzi ki célul annak érdekében, hogy a különböző célcsoportokat hatékonyan befolyásolni tudják a műveletek valamennyi időszakában.

Az integrált hadviselés megjelenésével olyan helyzet alakult ki, amelyben kiszámíthatatlan viszonyok között és nagyon gyorsan kell reagálni általában olyan környezetben, ami már nem békeállapot, de még nem is háború, így nagyon nehéz megtalálni azokat az elemeket és összetevőket,

amelyek aktivizálásával hatékonyan válaszolhatunk egy stratégiai kihívásra.<sup>10</sup> Nem csoda, hogy válaszadás tekintetében a bürokratikus alapokon szerveződő haderők napjainkban kiemelt kérdésként kezelik a reagálóképesség növelését, és keresik a megoldásokat, hogyan is tudnák sikerrel végrehajtani a digitális transzformációt a haderőben.

## A TECHNOLÓGIA ÉS AZ ÜZLETI STRATÉGIA FEJLŐDÉSE

A tradicionális üzleti stratégia fejlődéstörténete viszonylag szűkebb időszávon követhető végig, mint a hadviselésé, de szorosan összefügg azzal, hiszen a történelem folyamán megfigyelhető, hogy a katonai stratégia mentén alakultak ki a jelenleg is ismert üzleti stratégiai megközelítések.

A hadviselésben bekövetkező paradigmaváltásokhoz hasonlóan az üzleti életben is bekövetkezett néhány nagyobb horderejű forradalmi változás.<sup>11</sup> Az üzleti forradalmak mindegyikére jellemző, hogy alapjában véve két periódusra oszthatók fel: alkalmazási és fejlődési szakaszra. Az alkalmazási szakasz során a technológiai fejlődés megugrását a befektetés robbanásszerű növekedése váltja fel. Ezt követi a fejlődési szakasz, amikor a technológiát széles körben alkalmazni kezdik. Az alkalmazási és a fejlődési szakasz közt található egy fordulópont, az intézményi alkalmazkodás, amikor a szervezetek alkalmazkodnak az új technológiához, hiszen a megváltozott körülményeknek köszönhetően kénytelenek új vállalati startégiát és struktúrát kitalálni, és ezeket a gyakorlatba is átültetni.

Az elmúlt kétszáznegyven évben az intézményi alkalmazkodási szakasz során a szervezeteknek többször módosítaniuk kellett vállalati stratégiájukat, hogy meg tudjanak birkózni a soron következő technológiai változásokkal. A vállalati stratégia változása szinte minden esetben struktúraváltást eredményezett. Ezen strukturális változások közül három szakaszon vagyunk túl, és jelenleg a negyedik közepén tartunk. Ezt az intézményi alkalmazkodási folyamatot nevezik sokan digitális transzformációnak.

A kereskedelem első időszakában a legtöbb vállalkozás általános kereskedelem volt: termékeket vásárolt és adott el exportőrként, nagykereskedőként vagy importőrként. Az 1840-es évekre a vállalatok azonban elkezdtek egy adott termékre szakosodni (például gyapotra), és a terméklánc egy szakaszára (például a behozatalra, vagy disztribúcióra) koncentráltak. Ez az átmenet az általánostól a szakosodott kereskedőkre volt az első strukturális változás az üzleti életben. Bár ezek a szervezetek még mindig kis, helyi vállalkozások voltak, a tulajdonos és a menedzsment pedig a legtöbb esetben egy és ugyanaz a személy, a tulajdonosok irányították az üzletet, és nem voltak fizetett középvezetők, adminisztrátorok.

Ezt váltotta fel az iparosodás elterjedésével a munkakörök és a szerepkörök szerinti csoportosítás és a standardizált folyamatok mentén történő munkavégzés. A 19. század közepétől, a vasút megjelenésével a vállalatok nagyon gyorsan országos lefedettségre tettek szert, és a 19. század utolsó negyedére, amely az acél és nehézipar koraként vonult be a történelembe, tanúi lehettünk a nemzeti vállalatok elterjedésének.

Ebben a korszakban olyan iparágak fejlődésének köszönhetően, mint a vasút, az acélipar, a távíró, a hűsco-magolás, és egyre növekvő szervezetek egyre nehezebben birkóztak meg a nagy méretből, földrajzi elhelyezkedésből, horizontális és vertikális integrációból fakadó megnövekedett szervezeti igényekkel, amelyek bonyolulttá tették a szervezeti formát. A kihívás a megnövekedett méretű haderőkhöz hasonlóan abban állt, hogy egyre több szervezeti

egységet kellett egyetlen közös egységként összehangolni és egységesen működtetni.

A napóleoni hadseregektől ellesett hadseregszervezést alkalmazva, az új vállalati stratégiák arra ösztönözték a vállalkozásokat, hogy funkciók mentén (mint például a termelés vagy értékesítés) építsenek fel struktúrákat, hivatásos vezetőket képezzenek, valamint vezetési hierarchiákat építsenek ki e struktúrák működtetésére. Kevesebb, mint ötven évvel később, a 20. század kezdetére kialakult a modern vállalati forma.<sup>12</sup> A kisvállalkozásoktól a funkciók mentén szerveződő vállalatokig történő átmenet volt tehát a második *stratégiai* adaptáció az üzleti életben.

Az újabb fejlődést az autó és az olaj korában a közlekedés és a szállítás forradalma hozta magával. Ebben a korban, az 1920-as évekre újabb stratégiai kihívással néztek szembe a nagyvállalatok. Világszerte, de különösen az Amerikai Egyesült Államokban a fizikai távolságok korlátozták a napi szintű, közvetlen irányítást, a cégek pedig egyre inkább elaprózott termékvonalakat képviseltek.

Erre válaszul következett be a harmadik stratégiai alkalmazkodás a nagyvállalatok szervezeti felépítésében: a monolitikus, funkcionális vonalak mentén szerveződő vállalatok operatív divíziók szerint (mint például termék) vagy földrajzi elhelyezkedés szerint szerveződtek újjá. Ebben az új felállásban mindegyik szervezeti elem felelősséget érzett saját nyeresége és vesztesége iránt. A funkcionális szervezetektől az operatív divíziókba történő stratégiai strukturális átmenetet<sup>13</sup> a General Motors tette népszerűvé, majd hamarosan követte példáját a Standard Oil, a Sears és egyéb nagyvállalatok is.

Ebben az időszakban az operatív divíziók mentén szerveződő nagyvállalatok egyre nagyobb hangsúlyt fektettek a vállalati stratégia megalkotására és kivitelezésére. A vállalati stratégia fogalmát Igor Ansoff alkotta meg az 1950-es években,<sup>14</sup> és számos jelenleg is használatban lévő modell és elmélet az ő munkájára vezethető vissza.

Ezt követően terjedt el Michael E. Porter versenystratégia koncepciója.<sup>15</sup> A versenystratégia teremtette meg az alapot az árversenyhez és a minőségi megkülönböztetésen alapuló stratégiához, azokhoz az alapelvekhez, amelyeket a nagyvállalatok döntő többsége még ma is előszeretettel alkalmaz, és a hadviselés stratégiai gondolatai visszaköszönnék a koncepcióban.<sup>16</sup>

A környezeti tényezőket figyelembe véve Porter arra a feltételezésre alapoz, hogy a viszonyok kiszámíthatók, a stratégiai tervezés folyamatával kapcsolatban pedig olyan rendszert javasol, ami lineáris és tervezésen alapul, jól elválasztva a stratégiaalkotás és a végrehajtás lépéseit. Porter versenystratégiája meghatározó jelentőségűnek számított az üzleti életben és a legtöbb modell, amely a versenyképesség tartós megteremtésének fenntartására törekedett, ebből indult ki.

E modelleket figyelembe véve nem meglepő, hogy az elmúlt évszázad mai szemmel nézve viszonylag lassú technológiai fejlődése mellett a kiszámíthatóbb környezetben a tradicionális szemléletmódot képviselő módszerek jól működtek. Éppen ezért válhatott egyeduralmúvá az a mind a hadviselésben, mind pedig az üzleti életben, hiszen a logikai alapon végzett tervezési folyamatok kiszámítható eredményeket voltak képesek produkálni hosszabb távon is.

A 20. században az iparosodás korszakára jellemző szemléletmódot képviselő vezetők abból indultak ki, hogy van idejük a képességek kifejlesztésére, az intézményi adaptáció végrehajtására, így gondos tervezés eredményeképpen arra törekedtek, hogy a stratégiai terv mentén hajtsák végre a fejlesztési folyamatokat, így az elmúlt év-



2. ábra. A kiszámíthatatlan környezet

század vége felé a stratégiai stabilitásra való törekvés volt a meghatározó.

Így érkeztünk el az ezredfordulóhoz, amikor a hierarchikus szervezeti struktúrák kezdték elveszíteni versenyelőnyüket. A vezetők az új évezredben arra lettek figyelmesek, hogy a bürokratikus szervezeti formák egyre nehezebben képesek megbirkózni a sokkal agilisebb, gyorsabb döntéshozatali folyamatokat futtató rugalmas szervezetekkel, és nem képesek a megváltozott környezeti viszonyok között tartós versenyelőnyt fenntartani tradicionális módszerekkel.

Az ezredfordulón a hadviselésben a gerilla- és terror-mozgalmak elterjedése okozott egyre nagyobb problémát. Az üzleti életben a jelenleg is tartó technológiai forradalom, amely az információtechnológia, telekommunikáció, a bio- és nanotechnológia ugrásszerű fejlődését hozta magával, hatással volt a már meglévőkre is, és egyre inkább a kockázati tőke által finanszírozott startup vállalkozások térnyerése és megerősödése volt megfigyelhető.

Az intézményi adaptáció viszonylag hosszadalmas folyamat, éppen ezért a legtöbb nagyvállalat még mindig az elmúlt évszázadra jellemző tradicionális elvek szerint szervezi és valósítja meg a stratégiáját, és nem veszi észre, hogy a valódi stratégiai kockázat a változás elkerülésében rejlik.

Megfigyelhető azonban egy újfajta, innováción alapuló stratégiai szemléletmód is, hiszen az egyre kiszámíthatatlanabbá váló környezeti viszonyok között a vállalati vezetők elkezdtek alternatív stratégiai megközelítéseken gondolkodni. Itt érkeztünk el ahhoz a ponthoz, ahol a negyedik generációs hadviselés stratégiai elméletei ismételten hatással lehetnek az üzleti életre.

## NAPJAINK STRATÉGIAI KIHÍVÁSA

Az üzleti életben az ezredfordulót követően sokan próbálták serkenteni az innovációt annak érdekében, hogy a gigantikus szervezetek képessé váljanak a dinamikusan változó környezeti kihívások kezelésére, a szervezeti változások időbeni végrehajtására és a stratégia szükség szerinti módosítására.

E szervezetek döntő többsége azért küzd, hogy lépést tartson a felfokozott tempót diktáló, kockázati tőke által támogatott startup vállalkozásokkal.<sup>17</sup> A stratégiai kockázat igen nagy, hiszen míg egy évszázaddal ezelőtt a top ötszáz nagyvállalat átlagosan hatvanhét évig volt képes a listán maradni, addig napjainkban ez a szám tizennégy év.<sup>18</sup> Amennyiben ez nem lenne éppen elég probléma, a kérészetű nagyvállalatok mellett megjelennek az olyan villámgyors globális térhódításra képes trónkövetelők, mint az Uber, vagy az Airbnb, amelyek az irreguláris hadviselő felekre jellemző gondolkodásmóddal, és a mozgalmakhoz hasonló szervezeti és vezetési módszerekkel komplett

iparágakat képesek egy-két év leforgása alatt felbolygatni. Mindez a tradicionális szemléletű nagyvállalatokat arra kényszeríti, hogy stratégiájukat és üzleti modelljüket rendszeresen felülvizsgálják.

Ebben a szélesebb spektrumú, folyamatosan változó, dinamikus környezetben egyértelműen összekapcsolódik a védelmi és az üzleti stratégiai problémaforrás. Napjainkban a hadviselés történetének egyik legnagyobb szemléletmódváltását, a bié és metis szemléletmódok integrációját figyelhetjük meg, ugyanakkor az üzleti élet fejlődéstörténetét tekintve a negyedik strukturális adaptációs folyamat kellős közepén tartunk,<sup>19</sup> s úgy tűnik, hogy az emberiség képtelen lépést tartani a technológia fejlődési ütemével.

Éppen ezért felértékelődik szemléletmódváltás szerepe, és a nagyméretű bürokratikus szervezetek szinte kivétel nélkül arra törekednek, hogy gyorsabb döntéshozatali folyamatokat, adaptívabb és rugalmasabb szervezeti formákat, valamint hatékonyabb képességfejlesztési módszereket alkalmazzanak a versenyképesség fenntartására. Ez pedig egy újabb alapvető stratégiai kihívás elé állítja a döntéshozókat, ami a sebességgel kapcsolatos.

Úgy érezzük, hogy minden felgyorsul körülöttünk, és az egyes ciklusidők (a szervezeti-intézményi alkalmazkodáshoz rendelkezésre álló időtartamok) rövidülnek, mindez pedig kiszámíthatatlansághoz vezet.

A vezetők folyamatosan azzal küzdenek, hogy nem képesek kellő gyorsasággal reagálni a környezetben bekövetkező változásokra. Valójában azonban arról van szó, hogy az emberi alkalmazkodóképesség nem képes lépést tartani a technológiai forradalom exponenciális növekedésével és az általt keletkező információmennyiséggel,<sup>20</sup> ez pedig kibillent bennünket az egyensúlyunkból.

Mindez azt jelenti, hogy ha nem vagyunk képesek valahogyan felgyorsítani az egyéni és szervezeti tanulási folyamatokat, akkor végérvényesen lemaradunk ebben a versenyben és óhatatlanul a technológia győzedelmeskedik az emberiség felett. Ezen probléma kezeléséhez a hagyományostól eltérő folyamatokra és az innovációra van szükség, illetve olyan emberi képességek fejlesztésére kell koncentrálnunk, mint a problémamegoldás, kritikus gondolkodás, kreativitás, hálózatépítés és a változó körülményekhez való gyors és megfelelő alkalmazkodás.<sup>21</sup>

A valóság azonban az, hogy a nagy méretű bürokratikus szervezetek, köztük a Magyar Honvédség is, a környezeti változások ellenére továbbra is történelmi távlatokból indulnak ki. Igazuk is van abban a tekintetben, hogy eddig minden intézményi kiigazítás jó ideig elhúzódott, és nem igényelt valódi innovációt. Az acél és nehézipar korában a független feltalálónak és kis méretű cégeknek köszönhetően az innováció elsősorban a vállalaton kívül zajlott. Az

automobil és az olaj korában azonban a nagyvállalatok törekedni kezdtek a termékfejlesztési folyamat irányítására. Ennek érdekében az innovációt és a fejlesztést bevonták a vállalatba, vállalati kutatási és fejlesztési (K+F) részlegeket hoztak létre<sup>22</sup>, amelyek az elmúlt évszázad közepére átvették a feltalálók, vállalkozók helyét.<sup>23</sup> Ebben az időszakban elsősorban a vállalati K+F laborok szabták meg a fejlesztés ütemét.

A legtöbb bürokratikus szervezet ezt az elvet követi manapság is, az ezredfordulón azonban az információtechnológia és telekommunikáció korában azonban a kockázati tőke által finanszírozott startupok kezdtek elárasztani a piacot,<sup>24</sup> így a vállalati K+F csoportok, amelyek az előző ötven évben sikeresnek bizonyultak, hirtelen azzal szembeütköztek, hogy a hagyományosan sikeresnek tekinthető módszerek többé nem működtek.

Történelmi viszonylatban a vállalati K+F csoportok nagy gyakorlatra tettek szert abban, hogy elemezzék versenytársaikat, a trendeket, az új technológiákat és a vállalat üzletmenetére radikálisan ható tényezőket, megbízatásuk azonban arra szolgált, hogy figyeljék a látóhatárt. Így a vállalati K+F az új technológiai ciklus és a startup vállalkozások helyett a legutóbbi technológiai ciklusra és azok meglévő képviselőire fordították elsősorban a figyelmüket, és egyre többször elmulasztották a negyedik ipari forradalomban kínálkozó forradalmi lehetőségeket.

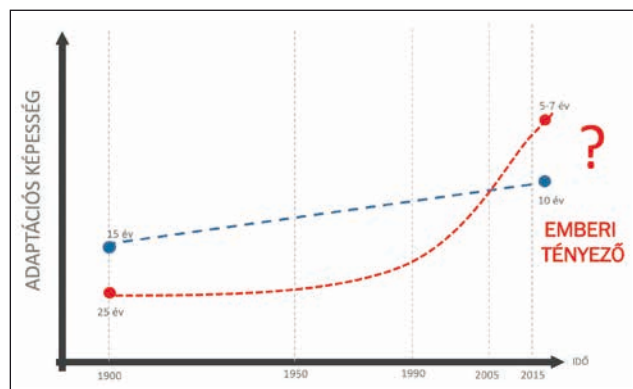
Az elmúlt húsz évben számtalan területen tapasztalható fejlődés.<sup>25</sup> Az energetika például, ami számos egyéb tudományterület mozgatója, látványos átalakuláson megy keresztül. A változások minden fejlődő tudományterületen – a biotechnológia, a robotika, az információ, a nanotechnológia, az energetika (röviden: BRINE) területén – figyelmet érdemelnek, és ezeknek az újszerű technológiáknak az összekapcsolásával, azok interakciói mentén számos robbanásszerű változásra lehet számítani a közeljövőben, amely hatással van a hadviselésre is. Szemünk láttára körvonalazódik az ember-gép szimbiózisa, amelynek eredménye a robotika térnyerése, a munkahelyeket veszélyeztető automatizáció, valamint a mesterséges intelligencia és a kiterjesztett valóság technológiai megoldásainak beépülése a mindennapjainkba.

A Magyar Honvédség is folyamatosan érzi a nyomást, amit az új technológiák, valamint az újonnan megjelenő szereplők mindent elsöprő áradata jelent. Az ezredfordulót követő időszakban, amíg a startup vállalkozásokat egyre növekvő befektetési hullámok finanszírozták, a haderő tudomást sem vett a bennük rejlő lehetőségekről. Napjainkban azonban a „digitális darwinizmus” viszonyai között kell a folyamatos megújulásra törekednünk, amely nem valósítható meg a régi szervezeti keretek között és egy tradicionális stratégia mentén.

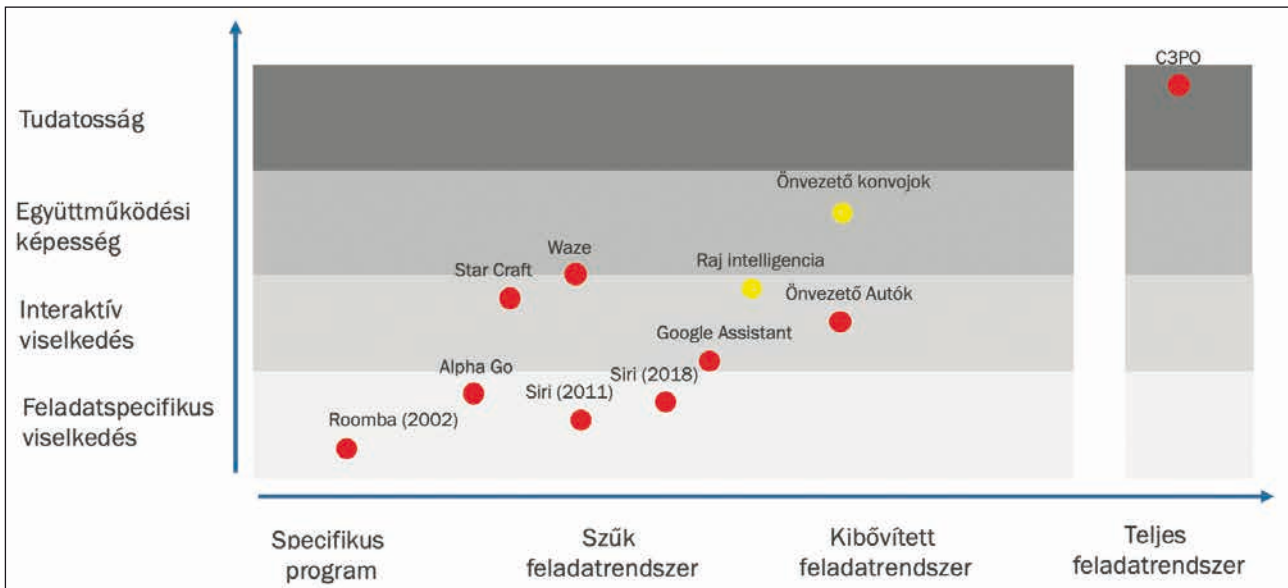
A probléma nagyon egyszerű: a startup vállalkozások, akárcsak az irreguláris hadviselő felek, sokkal agilisabban és rugalmasabban közelítik meg a problémákat és a nagyvállalatok tervezésen alapuló rendszereit egyszerűen képtelenek követni ezt a tempót. A vállalati kockázati tőke átfutási ideje, az általunk jelenleg alkalmazott beszerzési módszerek és szabályzók túl hosszúnak bizonyulnak ahhoz, hogy reagálni tudjanak a változásokra és kifizetődők legyenek.

Ez a haderőben jelen lévő K+F szervezetek tekintetében azt jelenti, hogy egyre több figyelmet fordítanak a fejlesztésre és jóval kevesebbet a kutatásra. Ez pedig elvezet odáig, hogy a kutatók rövid távú, horizont 1 típusú problémákra, vagyis a létező technológia javítására (többnyire műszaki fejlesztésekre) keresik a megoldást, ahelyett, hogy a következő technológiai ciklus potenciálisan radikális újí-

3. ábra. Az adaptációs képesség fejlődése







4. ábra. Ember-gép együttműködése

tást hozó, horizont 2 és horizont 3 típusú elképzeléseink dolgozójának.

Nem csoda, hogy az igazán innovatív kutatók, akik a jövő nagy áttörését akarják megvalósítani, nem akarnak ilyen közegben dolgozni. Ezek az emberek a gerilla mozgalmakhoz hasonló startup vállalkozásban találnak számukra megfelelő kihívásokat, vagy saját vállalatot alapítanak.

A nagyvállalatok K+F szervezeteinél a megtartó-fenntartó innováció vált a stratégiaalkotás alapjává, amely a meglévő üzleti modellek, valamint termékek és folyamatos bevételi források élettartamát védte és hosszabbította meg. Ez a fajta stratégiai megközelítés tönkretette a hosszú távú innovációt, hiszen szinte teljesen figyelmen kívül hagyta a következő technológiai ciklusba történő befektetést.

Aggasztó az is, hogy a megtartó-fenntartó innovációs kezdeményezések jelentős százaléka sikertelennek bizonyul, valamint a radikálisan újító kutatásokba és az üzleti modell innovációjába történő befektetés továbbra is hanyatlal. <sup>26</sup> Mivel a horizont 1 fókuszú stratégiák egyre kevésbé életképesek, a tipikus vállalati K+F szervezet nem tud lépést tartani az exponenciális technológiákkal ez pedig azt eredményezi, hogy a haderő nem képes generációs ugrást végrehajtani, ezáltal pedig eleve hátrányból indul minden összecsapás során azokkal szemben, akik sikeresen végrehajtottak egy innovációs stratégiával támogatott digitális transzformációt.

### ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK – SZEMLELETMÓDVÁLTÁS ÉS DIGITÁLIS TRANSZFORMÁCIÓ

A 21. század biztonsági környezetét a globalizáció és az exponenciálisan gyorsuló változások hatásai formálják. Ezek a változások a hagyományos szembenállás mellett az új típusú és egyre összetettebb környezet kihívásaival kényszerítik szembenézni a nemzeteket a hatékony és megfelelő védelem biztosítása érdekében.

Miközben az elmúlt évtizedek védelmi reformjai a Magyar Honvédség humán és technikai eszközállományának erodálódását eredményezték, addig a kormány a Magyar Honvédség megújítása érdekében a Zrínyi 2026 programon keresztül elkötelezettsége egy olyan páratlan lehetőséget biztosít, amelyet megfelelően kiaknázva generáci-

ós ugrást hajthatunk végre a tudásbázis megújítása, valamint a technológiai felszerelés innovatív alkalmazása tekintetében.

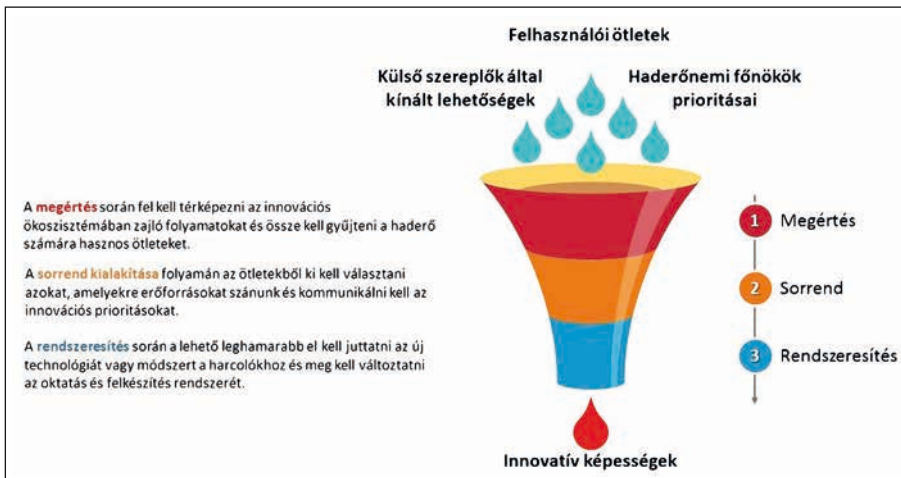
A védelmi innovációs elképzelésekkel kapcsolatosan megfogalmazott határozott kormányzati szándék a hazai gyártókapacitás fejlesztése. Ennek érdekében a jelenlegi kutatás-fejlesztési rendszer újragondolására van szükség. A megtartó-fenntartó innovációra fókuszáló technológiai fejlődést előtérbe helyező és a tervezésen alapuló stratégiai megközelítések helyett egy új innovációs stratégiára van szükség, amely a radikális innovációs megoldásokat bevonva képes a haderő szerkezetét átalakítani, és biztosítja a feltételeket a generációs ugrás végrehajtásához.

Az új innovációs stratégia megvalósítása érdekében a radikális megoldások kidolgozására és támogatására újraszervezett szervezetet és olyan központokat kell létrehozni, amelyek biztosítják a képességfejlesztések összekapcsolását a startup ökoszisztémával, hiszen szükség van a hazai ipar (kkv-k és startup vállalkozások) bevonására a védelmi ipari fejlesztésekhez.

Ezen kihívás két rendkívül fontos stratégiai változást igényel. Az egyik, egy környezetváltozás által indukált folyamat, amelyre a megoldás a szemléletmódváltás, a bié és méti szemléletmódok integrálása, amelynek során változtatni kell a szervezeti felépítésen, a döntéshozatali folyamatokon és magán a szervezeti kultúrán is.

A másik egy technológiai fejlődés által vezérelt folyamat, amelynek során az ember-gép szimbiózisát kell megvalósítani egy digitális transzformáció keretében úgy, hogy közben felismerjük: a hadviselés során a döntő tényező még mindig az ember. Az összecsapások során az győzedelmeskedik, aki képes az innovatív technológiai megoldásokat gyorsabban eljuttatni a végfelhasználóhoz (az operátorhoz), illetve proaktív módon felmérve a helyzetet az akaratát rákényszeríteni a szembenálló félre, villámgyorsan cselekedve és a cselekedeteket követően a tapasztalatokat mindenki másnál gyorsabban feldolgozva újraindítja a folyamatot. Ebben a folyamatban rendkívül szerepe van a modern technológiának, de az csupán eszköz az emberek kezében.

Mindez, alapjában véve egy szemléletmódváltást jelent, hiszen olyan digitális transzformációt kell végrehajtani a Magyar Honvédségen belül, mintha egy óriási hadsereg próbál-



5. ábra. Stratégia által vezérelt innovációs képességfejlesztési folyamat

na hirtelen integrálni egy gerillamozgalmat a soraiába. Arra feltétlenül számítani kell, hogy amennyiben megvalósul, az első kísérletek nem hozzák meg a várt eredményt.

Az innováció örületes üteméhez alkalmazkodva új szervezeti formák és struktúrák meghonosításával kísérletezve, a bürokrácián kívüli innovációs kirendeltséget vagy innovációs központot létesítve, és ezeket a kirendeltségeket és központokat az innováció forrásának szívébe, a startup-ökoszisztémákba helyezve eredményeket érhetünk el.

Ne feledjük, ebben a dinamikusan változó világban a Magyar Honvédség számára az a legnagyobb veszélyforrás, ha egyre inkább lemarad a haderő fejlettsége, felszereltsége, és legfőképpen az alkalmazott hadviselési módszertan és az erők, valamint eszközök alkalmazhatóságának tekintetében, azaz nem megfelelő tempóban alkalmazkodik a környezeti változásokhoz és a technológiai fejlődésből eredő kihívásokhoz.

Éppen ezért van szükség a két kiemelten fontos stratégiai változás azonnali bevezetésére, és stratégia által vezérelt innovációra, amely képes felgyorsítani az emberi adaptációs folyamatokat, a szervezeti kultúra megváltoztatásához szükséges szemléletváltást, illetve a technológiai fejlesztésekre is jótékony hatással van.

Ez az a zavaros periódus a robbanásszerű növekedés vége és a fordulópont kezdete közt, amikor az intézményi alkalmazkodás bevezetése szükséges.

A világon rendelkezésre álló információ 90%-át az elmúlt két évben állította elő az emberiség.

Az oktatáskutatás egyik kiemelkedő alakja, Tony Wagner egész életét e téma kutatásának szentelte, és hét olyan képességet azonosított, amelyekre feltétlenül szüksége lesz az embereknek a közeljövőben. Ezek a következők: (1) kritikus gondolkodás és problémamegoldás, (2) hálózatépítés és befolyásoláson alapuló vezetés, (3) agilitás és rugalmasság, (4) kezdeményező képesség és vállalkozó kedv, (5) hatékony kommunikációs képesség, (6) információ elemzésének képessége, (7) kíváncsiság és fantázia. Tony Wagner's Seven Survival Skills. Internet: <http://www.tonywagner.com/7-survival-skills>

Miként például a GE Labs, DuPont Labs, Bell Labs, IBM Research, 3M, Xerox PARC és Kodak Labs.

Joseph A. Schumpeter (2008). Capitalism, Socialism, and Democracy: Harmadik kiadás. New York: Harper Perennial Modern Classics. DOI: 10.4324/9780203857090

Gondoljunk a következő vállalatokra: Apple, Digital Equipment Corporation, Sun Microsystems és Genentech.

A nanotechnológia egyre szélesebb körben használatos, az akkumulátoroktól kezdve a gyógyszeriparon át a nagy energiájú robbanóanyagokig. A biotechnológia egyes elemei még a számítási kapacitás költségárányánál is jóval gyorsabban fejlődnek (például az emberi genom szekvenálásának költsége az elmúlt 10 évben 6 nagyságrenddel, az egymilliomodára csökkent. Klaus Schwab, "The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond," 2016 január 14. Internet: <http://www.weforum.org/agenda/2016/01/>

A védelmi szektorban is megfigyelhető ez a probléma, ahol a NATO-tagországok walesi csúcstalálkozóján létrehozott egyezség szerint a védelmi költségvetés 20%-át kell új eszközbeszerzésre és kutatás-fejlesztésre fordítani, de ezt a tagországok nagy része nem teljesíti.

## JEGYZETEK

- John Keegan: A hadviselés története. Ford. Bart István. Budapest, Corvina, 2002.
- Applegate, R. A. D. – Moore, J. R.: Warfare – an Option of Difficulties. A Examination of Forms of War and the Impact of Military Culture. The RUSI Journal, 1990/3, 13–20. DOI: 10.1080/03071849008445449
- Forgács Balázs: Napjaink hadikultúrái – A hadviselés elmélete és fejlődési tendenciái a modern korban. Doktori PhD értekezés. Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 2009.
- Liddell Hart: Stratégia. Ford. Soproni András. Budapest, Európa Könyvkiadó, 2002, 513–515.
- Kovács Jenő: Magyarország katonai stratégiája. Országos Kiemelésű Társadalomtudományi Kutatások, Budapest, 1995, pp. 22–23.
- Kovács, 1995, pp. 23–25.
- Kovács, 1995, p. 24.
- Unrestricted Warfare (Korlátok nélküli hadviselés) címmel 1999-ben írt egy tanulmánykötetet két kínai ezredes, Qiao (Csiao) Liang és Wang Xiangsui (Wang Hsziangcsui). Internet: <http://www.cryptome.org/cuw.htm> [2018.10.01.]
- Liang, Q. és Xiangsui, W. (1999). Unrestricted Warfare. Peking, PLA Literature and Arts Publishing House, 204–216.
- Philip Kapusta, The Grey Zone, Special Warfare, 2015 október.
- Carlota Perez (2003). Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages. London: Edward Elgar Pub.
- Chandler „The Visible Hand” adja a legjobb magyarázatát ennek. Alfred D. Chandler (1993). The Visible Hand: The Managerial Revolution in American Business. New York: Belknap Press.
- Alfred D. Chandler (2013). Strategy and Structure: Chapters in the History of the Industrial Enterprise. New York: Martino Fine Books.
- Igor H. Ansoff, Corporate Strategy: An Analytic Approach to Business Policy for Growth and Expansion, New York: McGraw Hill, 1965.
- Porter M. E. (1980). Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors. New York: Free Press. Michael E. Porter: Versenystratégia. Ford. Pollák Tamás, Tényi György. Akadémiai, Budapest, 2006.
- Lee Shan, Florence Lin Yean Yng, George Ofori, Low Sui Pheng, (2012). Military Principles of Chinese Origin to Improve Competitiveness.
- Eric Kutcher, Kara Sprague, New Corporate Titans are Rising Faster but they are also fading faster too, <https://www.recode.net/2017/7/17/15979206/enterprise-corporate-business-seven-tech-forces-weapon-tool-network-effects-audience> [2018.10.01.]
- Az Innosight felmérése „Corporate Longevity: Turbulence ahead for Large Organizations”, amely kiterjed az elmúlt egy évszázadra, az alábbi linken érhető el: <https://www.innosight.com/insight/corporate-longevity-turbulence-ahead-for-large-organizations/> [2018.10.01.]

Dr. Molnár László\*

# Gyors működésű gyutacs-detonátor felépítésének modellezése

## A JELENLEG HASZNÁLTOS INICIÁLÁSI ELJÁRÁSOK FŐBB FIZIKAI JELLEMZŐI

A harcanyagok hatásának és hatékonyságának [1] növeléseire irányuló törekvések egyik feladata az iniciálandó valamely szerelt  $rg_{(ft)(hg)}$  robbanóanyagból álló  $(ft)_{hg}$  főtöltet maximális – egyensúlyi és stacionárius –  $D_{(ft)(hg),max}$  detonációsebességének eléréséhez szükséges (valamely iniciáló szerkezettel megvalósítható)  $\Delta t_{in}$  időtartam hosszúságának és hibájának csökkentése. Az alkalmas eljárás megismerhető,  $\Delta t_{in}$  alábbi függvénykapcsolatának tartalmi kifejtésével.

$$\Delta t_{in} (\equiv \Delta t_{D_{(ft)(hg),max}}) \pm \Delta (\Delta t_{in}) = [t_{in} (\equiv t_{D_{(ft)(hg),max}}) - t_{in(0)} - t_{(00)}] \pm \Delta (\Delta t_{in}) \quad (1)$$

Ahol,  $\Delta X$ : a továbbiakban, valamely  $X$  szakasz hosszúságát jelöli. Az indexek közül az  $(ft)$  és a  $(hg)$  a főtöltetet és a harcanyagot,  $D_{(ft)(hg),max}$  a fenti detonációsebességet,  $[Y]$ , a valamely index – itt,  $Y$  indexét jelöli. Továbbá, az (1) összefüggés, az alábbiak szerinti,

$t_{in}$ : időpont, amelynél a főtöltet iniciálása során, annak detonációsebessége a felfutás során eléri a  $D_{(ft)(hg),max}$  értéket,

$t_{in(0)}$ : a robbanóanyag iniciálásának kezdeti időpontja, amelynél megkezdődik az iniciáló robbanóanyag  $\Delta V_{kr[ég]}$  kritikus térfogatú égési reakcióterományában lévő  $m_{kr[ég]}$  tömegű robbanóanyag gyullasztása, az ide érkező valamely fizikai/kémiai  $E_{akt}$  aktiváló energia hatására.

$t_{(00)}$ : a reteszkapcsoló kioldásának kezdeti időpontja. Ebben az időpontban kezdődik meg az aktiválási energia áramlása az iniciáló robbanóanyag irányába. A kioldás, valamely külső fizikai hatás következménye.

Az iniciáló szerkezetek mindegyikére érvényes az alábbi összefüggés, amely szerint  $\Delta t_{in}$  a következő részidőtartamok összessége:

$$\Delta t_{in} = [\Delta t_{in(0)(0,0)} \equiv (t_{in(0)} - t_{(0,0)})] + [\Delta t_{kr[ég]} \equiv (t_{ég} - t_{in(0)})] + [\Delta t_{kr[det]} \equiv (t_{in} - t_{ég})] \quad (2)$$

Ahol,  $kr[ég]$ ,  $kr[det]$  indexek: a valamely kritikus égési / detonációs reakcióterományt [2] jelölik; és  $t_{ég}$  időpontban fejeződik be a robbanóanyag égése, valamint kezdődik el detonációja a reakcióterományokban.

Az alábbiakban szükséges a (2) összefüggés tagjainak tartalmi elemzése és az eredmények felhasználásával annak megállapítása, hogy ezektől  $\Delta t_{in}$  csökkenthetősége hogyan és milyen mértékben függ. Vagyis,

$\Delta t_{in(0)(0,0)}$ : időtartam. Tagjai, a (kapcsoló) bekapcsolásának  $\Delta t_{kapcs}$  időtartama és az aktiválási energia áramlásának  $\Delta t_{vez[E(akt)]}$  időtartama, a reteszkapcsoló kimenete és a gyutacs primer robbanóanyagának valamely bemeneti helye közötti szakasz. Vagyis,

$$\Delta t_{in(0)(0,0)} = \Delta t_{kapcs} + \Delta t_{vez[E(akt)]} \approx \Delta t_{kapcs} \quad (3)$$

$t_{(00)}$  időpontban, a kapcsoló kimenetén az energiának szélsőérték maximuma van.

A fentiekre vonatkozó megállapítások a következők:

$\Delta t_{kapcs}$  mérőszámai; mikroelektronikai áramköröknél – itt villamos (elektronikus, lézer, esetleg mézer, rádiófrekvenciás) kapcsolóknál –  $10^{-4} - 10^{-6}$  [s] – [3], amelyek általában elhanyagolhatóan kicsinyek, vagy állandó paraméterként kezelhetők, mivel a jel terjedési sebessége fénysebesség, illetve az ezt közelítő valamely sebesség. Teljesítmény áramköröknél

**ÖSSZEFOGLALÁS:** A jelen publikációban a szerző bemutatta a maximum néhány száz  $10^{-7}$  [s] működési időtartamú gyutacs és detonátor funkciókat együttesen ellátó iniciáló szerkezetek egyikére kidolgozott elméleti modelljét. A változó működési jellemzők szerint a modell – további K+F tevékenységet követően – alkalmas lehet az aktív rakétavédelmi rendszer részeként szuper- és hiperszonikus sebességű támadóeszközök leküzdését végző, max. 5 M szuperszonikus sebességgel repülő elfogó repesz harcírészek főtölteteinek nagy pontosságú iniciálását végző – valamely – szerelési egység kidolgozására, továbbá az ugyanezen rendeltetésű kinetikus-harcírészek aerodinamikai és/vagy sugárkormányait működtethető robbanótölteteinek indítására [18, 19].

**KULCSSZAVAK:** Detonáció, detonátor, gyutacs, iniciálás, irreverzibilis folyamatok, robbanóanyag-aktiválási energia, Hariton-elv.

**ABSTRACT:** In this publication, the author presented his own theoretical model of a particular initial device – the cap-detonator – that handles both the maximum about  $10^{-7}$  [s] operating duration cap and detonator functionalities. According to the outlined specification, after further R&D, this model could be used for developing a high-precision initiation device for an active missile defense system's max. 5 M supersonic speed missile warhead that is designed to intercept super- and hypersonic speed offensive weapons. Moreover, this model can also be used to initiate the blast charges of such kinetic devices' aerodynamic and/or stability-guidance jets [18, 19].

**KEY WORDS:** detonation, detonator, cap, initiation, irreversible processes, activation energy of high explosives, Hariton-principle.

\* Hadtudomány (haditechnika) kandidátusa, Nemzeti Közszolgálati Egyetem (NKE) Hadtudományi Doktori Iskola (National University of Public Service Doctoral School). ORCID:0000-0002-3411-831X



a berendezések méret-, tömegadatai nagyságrendekkel meghaladják az előzőekét. Az előbbieket segédáramkörként alkalmazhatók, az utóbbiak nem. Mechanikus (csapódó – pillanathatású) gyújtó-konstrukcióknál, a jelsebesség mintegy  $1000 \text{ [ms}^{-1}\text{]}$  amely tovább növelhető és a jel továbbításának úthossza, néhány száz  $10^{-4} - 10^{-3} \text{ [m]}$ , amely (tovább) csökkenthető, vagyis a fenti mérőszámok tartománya  $10^{-4} - 10^{-5} \text{ [s]}$  – [4]. A jelparaméterek további növelése / csökkentése, a konstrukció fejlesztésével lehetséges, ezekben az esetekben mérőszámaik szintén elhanyagolhatók, így  $\Delta t_{in}$  csökkentésére felhasználhatók lehetnek.

$\Delta t_{vez[ekt]}$  mérőszámaira a reteszkapcsolónál felsoroltak érvényesek, vagyis önmagukban  $\Delta t_{in}$  csökkentésére nem alkalmasak.

$\Delta t_{kr[ég]}$ : Az  $m_{kr[ég]}$  tömegű robbanóanyag égésének időtartama. Az időtartam részidőtartamok összege, amelynek tényezői az  $u_{kr[ég]}$  égési sebesség  $\Delta t_{kr[ég(ff)]}$  felfutási és  $\Delta t_{kr[ég,stab]}$  stabil – ugyanakkor nem stacionárius – időszakaszai. A felfutási részidőtartam, a  $\Delta V_{kr[ég]}$  térfogatban lévő robbanóanyag és égéstermék együttes hővezetőképességétől függ, mivel a transzportfolyamatok közül legkisebb sebességű a hővezetés.

$$\Delta t_{kr[ég(ff)]} = \frac{E_{akt} \Delta L_{kr[ég]}}{\Lambda_{rg(ft)\|hg} q_{kr} T} \quad (4)$$

Ahol, valamennyi paraméter a  $\Delta V_{kr[ég]}$  reakciónára vonatkozik és

$\Delta L_{kr[ég]}$ : a reakcióna – égési sebességvektor irányú – vastagsági mérete,

$\Lambda$ : a robbanóanya hővezetési tényezője,

$q_{kr}$ : a reakcióna robbanóanyaggal határos felületének nagysága,

$T$ : hőmérséklet.

A stabil égési időszak a robbanóanyag égési sebességének függvénye, amely változó nyomáson megy végbe, és amelyet legnagyobb pontossággal Beljajev összefüggése [5] jellemez,

$$\Delta t_{kr[ég,stab]} = A + B \int_K^L p^v dp, \text{ ahol } K = p_{kr[ég],0 \approx kr[ég,stab]}, L = p_{kr[ég],max} = p_{kr[det],min} \quad (5)$$

Itt,  $p_{kr[ég],0} / p_{kr[ég,stab]} / p_{kr[ég],max}$ : sorrendben, kezdeti, stabil, maximális égési sebességhez tartozó nyomások,

$p_{kr[det],min}$ : a robbanóanyag minimális detonációsebességéhez tartozó nyomás, amely megegyezik a maximális égési sebességhez tartozó nyomással, vagyis

$$p_{kr[det],min} \equiv p_{kr[ég],max} \text{ ezért } u_{kr[ég],max} \equiv D_{(ft)\|hg,stab,min} \quad (6, 7)$$

$A, B, v$ : állandók; továbbá,

$$\Delta t_{kr[ég(ff)]} \ll \Delta t_{kr[ég,stab]} \quad (8)$$

A fentiek alapján megállapítható, hogy  $\Delta t_{kr[ég]}$  csökkentése lehetséges olyan robbanóanyagok felhasználásával, amelyek kritikus égési térfogatai kicsinyek és égési sebességeik – ezeken belül –  $v$  tényezőik az 1 számértéket maximális mértékben közelítik. Ugyanakkor, a jelenleg ismeretes robbanóanyagok felhasználásával, a csökkentés mértéke várhatóan nem éri el az egy nagyságrendet.

$\Delta t_{kr[det]}$ : időtartam, a detonációsebesség gyorsulásának (felfutásának) szakasza. A detonáció, a  $\Delta L_{kr[det]}$  vastagságú és  $\Delta V_{kr[det]}$  kritikus térfogatú detonációs reakciónában megy végbe, döntően a kondenzált fázisú robbanóanyagban, részben gáz – (plazma-) fázisban. A térfogat energiátranszport irányú szakaszának hosszúsága, szintén  $\Delta L_{kr[det]}$ . Vagyis,

$$\Delta t_{kr[det]} = \Delta L_{kr[det]} \int_M^N \frac{dt}{D_{rg\|hg}}, \text{ ahol } M = t_{ég}, N = t_{in} \quad (9)$$

A fenti időtartam csökkentése olyan robbanóanyagok alkalmazásával lehetséges, amelyek kritikus reakcióna-mérete kicsi és/vagy detonációsebessége magas. A csökkenés mértékét illetően, az előzőek irányadók.

**Összegezve:** A (2–9) összefüggések alapján megállapítható, hogy  $\Delta t_{in}$  csökkenthető, pontossága – várhatóan egy nagyságrend alatti mértékben – növelhető. Ez olyan iniciálós szerkezetekkel valósítható meg, amelyeknél az alkalmazásra kerülő robbanóanyagok inhomogenitásainak (sűrűség-eltéréseinek) mérőszámai és a kritikus égési és detonációs reakcióna tartományainak méretei kicsinyek, az égési és detonációsebességei magasak, valamint reteszkapcsoló konstrukciói a csapódó pillanathatású gyújtók ütőszeg-szerkezeteinek megfelelőek.

Egyéb alkalmas eljárások fizikai alapjait, modelljeit a (hozzáférhető) szakirodalom nem tartalmazza.

## TÖRTÉNETI ÖSSZEGZÉS

$\Delta t_{in}$  és hibájának csökkentésére irányuló kutatásokat együttesen alapozta meg L. Osanger, az általa kidolgozott irreverzibilis termodinamikai folyamatok értelmezésére és szabatos leírására vonatkozó fizikai modellel és matematikai módszerrel [6], valamint Ja. B. Zeldovics a detonációs folyamatokra érvényes hidrodinamikai elméletével [7].

Az első jelentős eredményeket, az Amerikai Egyesült Államokban L. W. Alvarez és L. Johnston érték el az általuk kidolgozott iniciálós robbanóanyaggal / robbanóanyagokkal szerelt, EBD (Exploding-Bridgewire Detonator) villamos iniciálós szerkezettel [8], a Szovjetunióban Ju. B. Hariton, az előzőhöz hasonló szerkezettel [9]. A szerkezetek mindegyikénél

$\Delta t_{in}$  meghatározó résztényezője, a (2) összefüggés szerinti  $\Delta t_{kr[ég]}$  és  $\Delta t_{kr[det]}$  részidők együttese volt, így ezek működési időtartamainak és pontosságainak szélsőértékei:  $(10^{-5} + 2 \cdot 10^{-6}) - (10^{-6} + 2 \cdot 10^{-7})$  [s] voltak.

A szerkezetek gyakorlati felhasználhatóságait az első kísérleti implóziós atombombák vizsgálati eredményei igazolták: Amerikai Egyesült Államok, Fat Man 1945. július 16. [10], Szovjetunió, RDSZ-1 1949. augusztus 29. [11]. A továbbfejlesztett változatok, sorrendben a robbanófóliás és a nagyfeszültségű detonátorok (Slapper Detonator [12], HVD – High Voltage Detonator [13]), valamint, a közelebről nem ismeretes, ugyanakkor ezekkel szükségeszerűen egyenértékű szovjet iniciáló szerkezetek, a működési időtartamok csekély mértékű csökkentését, pontosságaik egy nagyságrenddel való növelését eredményezték.

A fenti iniciáló szerkezeteknél az elektromos energia átmeneti tárolására kidolgozott kondenzátor (-rendszer) továbbításának indítására, az áramkörbe iktatott gyorskapcsoló szolgál. Az energia, vagy a robbanóanyaggal érintkező vezeték szakaszán (huzal, fólia), vagy annak szikraközébe helyezett robbanóanyagban szabadul fel.  $t_{in[0]}$  időpontban a kémiai reakciózónában abszorbeált fajlagos energia-mennyiség eléri a robbanóanyag gyullasztásához elégséges mértéket. Az energia hordozója, az égés  $t_{in[0]}$  kezdeti időpontjában rendelkezésre álló plazmamennyiség, amely  $\Delta t_{kr[ég]} = t_{ég} - t_{in[0]}$  időtartam során képződik a vezető anyagának és a robbanóanyag  $\Delta L_{kr[ég]}$  kritikus szélességi méretű és  $\Delta V_{kr[ég]}$  térfogatú kémiai reakciózónájában lévő – itt kizárólag égési reakciók közegét alkotó – anyag együtteséből. A további hőakkumulációs szakasz hosszúságának és időtartamának végén, az abszorbeált és az égés során felszabaduló fajlagos energiák együttese elégséges a robbanóanyag minimális detonációsebességű kémiai átalakulásának elindításához a kémiai reakciózónában.

A mechanikus iniciáló szerkezetek közül, a csapódó – pillanat hatású gyújtóknál meghatározó, a (2) összefüggés szerinti részidők összessége, ezért – konstrukciójuktól függően –  $\Delta t_{in}$  mérőszámai a fentiek lehetnek.

A vázolt működési folyamattól különböző iniciáló szerkezetek leírását a szakirodalom nem tartalmazza.

### GYORS MŰKÖDÉSŰ GYUTACS-DETONÁTOR

A továbbiakban, a (gy-d) index jelű paraméterekkel leírható modell – villamos (szikraközös) iniciáló szerkezet, amelynek konstrukciója részben hasonló az előzőekben vázolt villamos szerkezetekéhez. A szerkezet egészének, és döntő többségében szerelési egységeinek, áramköreinek működési jellemzői, eltérők.

A működés egészét az jellemzi, hogy  $\Delta t_{in[(gy-d),0]}$  időpontban megkezdődik az  $(ft)_{hg}$  főtöltet iniciálását végző (gy-d) gyutacs-detonátor szikraközébe lévő főtöltet robbanóanyagának  $D_{(ft)[(gy-d)],max}$  sebességű és a  $\Delta t_{in[(gy-d)]}$  időtartam során állandó detonációja, az égési fázis kihagyásával. Ezt a szerkezet konstrukciója teszi lehetővé, amely szerint a fenti szikraközben  $\Delta t_{in[(gy-d),0]}$  időpontban emittált és a  $\Delta V_{kr[(gy-d),det]}$  detonációs reakció térfogatban abszorbeált (szikra-) energia elégséges az abban lévő  $m_{kr[det]}$  tömegű robbanóanyag fenti detonációsebességű átalakulásának indításához. Ezért a detonáció megvalósításához, nincsen szükség az  $m_{kr[(gy-d),ég]}$  tömegű robbanóanyag előzetes égésének időszakára. Iniciálás után a detonáció állandó sebességgel halad a fenti töltetben. Vagyis, az iniciálás folyamat hosszúságára, az (1, 2) összefüggésekkel analóg alábbi egyenletek érvényesek,

$$(\Delta t_{in[(gy-d)]} \equiv \Delta t_{D\{(ft)[hg]\},max}) \pm \Delta(t_{in[(gy-d)]} \equiv t_{D\{(ft)[hg]\},max} - t_{in[(gy-d),0]} - t_{(0,0)[(gy-d)]} \pm \Delta(\Delta t_{in[(gy-d)]})) \quad (10)$$

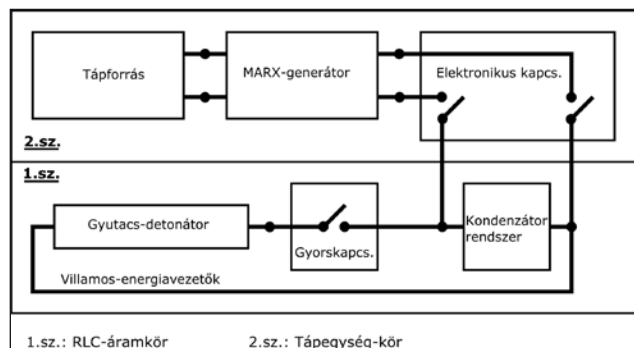
$$\Delta t_{in[(gy-d)]} = [\Delta t_{in[(gy-d),0,(0,0)]} \equiv (t_{in[(gy-d),0]} - t_{(0,0)[(gy-d)]})] + [\Delta t_{kr[det,(gy-d)]} \equiv (t_{in[(gy-d)]} - t_{in[(gy-d),0]})] \quad (11)$$

A szerkezet kettő, egymáshoz párhuzamosan kapcsolható részáramkör együttese, ahol az 1. sz. soros felépítésű,  $\tau_{(gy-d)}$  időállandójú, nem állandó paraméterű, nem lineáris RLC áramkör, a 2. sz., az ezen áramkör szintén soros felépítésű tápegység köre, amelynek linearitására és paramétereinek állandóságára nincsenek külön követelmények [14].

A szerkezet elektromos blokkvázlatát az 1. ábra szemlélteti konkrét műszaki megoldások nélkül, azzal a kiegészítéssel, hogy az R-, C- áramköri szerelési egységek helyettesítő kapcsolásainak részét képező, itt fel nem tüntetett kiegészítő áramköri elemeket szükséges figyelembe venni a fenti időtartam során. Részletezések, a következők.

**RLC áramkör** szerelési egységei, a nem lineáris kapcsolású elem(ek)ként működő (gy-d) gyutacs-detonátor, az áramforrásként funkcionáló C kapacitású KR kondenzátor-rendszer, ez utóbbi kisülését indító elektronikus GYKE gyorskapcsoló-egység és a felsoroltakat összekötő VEV villamos-energia-vezető (1. 2. ...n.)-index jelű szakaszok összessége.

**Gyutacs-detonátor** szerelési egység; ellátja a gyutacs és a detonátor együttes funkcióit. Főtöltete,  $rg_{(gy-d)}$  robbanóanyagból készített test, amelynek egyensúlyi és stacionárius detonációsebessége,  $D_{(ft)[(gy-d)],max}$ . Szükséges, hogy az ezen detonációsebesség elérje a  $D_{(ft)[hg],max}$  értéket és felfutási út-, időtartam-hosszúsága, minimális legyen. A vázoltak szerinti legelőnyösebb robbanóanyagok a következők lehetnek: flegmatizált oktanitro-kubán/hexanitro-dodekán (CL-20), ahol,  $D_{rg[(gy-d)],max}$  10100, és 9500 [ms<sup>-1</sup>], [15], továbbá TNT-vel / alumínium púderral flegmatizált, elektromosan jól vezető, vagy nem flegmatizált, préselhető és esetleg iniciáló robbanóanyaggal (elsősorban ólomaziddal) adalékolt brizáns, vagy



1. ábra. Gyors működésű gyutacs-detonátor elektromos blokkvázlata

maximális préselési/öntési sűrűségű brizáns robbanóanyagok – HMX (oktogén), RDX (hexogén) – vagy ezek keverékei. Prés-testeknél a maximális töltetsűrűség elérése céljából, a flegmatizátor mennyisége, a szemcsék maximálisan tömör, egymással érintkező eloszlásának megfelelő hézagterefogatot tölti ki. Öntvényeknél ez a mennyiség, a kezelésszükséglet minimuma szerinti.

Célszerű formája, minimálisan  $d_{(ft)\{(gy-d)\},hat}$  határátmérőjű [12] és (itt, állandó)  $A_{(ft)\{(gy-d)\}}$  szelvény-felületű, minimálisan  $\Delta L_{(ft)\{(gy-d)\}} \equiv \Delta L_{(ft)\{(gy-d),rg\}}$  hosszúságú,  $\Delta V_{(ft)\{(gy-d)\}}$  térfogatú henger, ahol

$$d_{(ft)\{(gy-d),rg\},hat} \approx K_2 (= \text{állandó}) d_{(ft)\{(gy-d),rg\},krit} \quad (12)$$

és  $d_{(ft)\{(gy-d),rg\},krit} : (ft)_{(gy-d)}$  főtöltet-robbanóanyag kritikus átmérője.

A hengerben lévő,  $\rho_{rg\{(gy-d)\}}$  sűrűségű robbanóanyag  $m_{rg\{(gy-d)\}}$  tömege, az  $(ft)_{(gy-d)}$  robbanóanyagának minimálértéke, a harcanyag brizáns robbanóanyagára vonatkoztatva.

Az  $(ft)_{(gy-d)}$  folyamatos iniciálását a henger véglapjánál belépő és annak teljes keresztmetszetét kitöltő villamos szikra generálja a  $\Delta L_{(gy-d)}$  hosszúsági szakaszon,  $\Delta t_{krit\{det,(gy-d)\}}$  időtartam alatt. A maximális szikrakeresztmetszet flegmatizált  $rg_{(gy-d)}$  robbanóanyagoknál, a flegmatizátor robbanóanyaghoz viszonyított, magas (felületi) villamos vezetőképességének következménye, amely a  $\Delta V_{(ft)\{(gy-d)\}}$  térfogat egészében érvényesül. Flegmatizátort nem tartalmazó robbanóanyagoknál ez a prés-testek / öntvények kristályos – mikrokristályos szerkezetinek és az ezekkel korrelációban lévő izotrop villamos ellenállásainak következménye. Ebben az esetben a skin-hatás a csekély villamos vezetőképességű kristályfelületek összességén, szintén a  $\Delta V_{(ft)\{(gy-d)\}}$  térfogat egészében érvényesül. A  $\Delta t_{in\{(gy-d),0\}}$  időtartam alatt itt elnyelődő összes  $\Delta E_{szk\{\Delta L_{(gy-d)\}}$  szikra-energia fedezi az  $m_{rg\{(gy-d)\}}$  tömegű robbanóanyag  $D_{(ft)\{(gy-d)\},max}$  detonációsebességéhez tartozó aktiválási energia mennyiségének és a robbanóanyagból képződő  $(dv)$  jelű,  $m_{dv\{(gy-d)\}} \equiv m_{rg\{(gy-d)\}}$  tömegű detonációs végtermék ionizációs energiaszükségletének összességét. Vagyis,

$$\Delta E_{szk\{\Delta L_{(gy-d)\}} = \Delta U_{\Delta L_{(gy-d),0}} \int_{t_{m01}}^{t_{m02}} \frac{[\Delta U(t)]^2}{Z_{dv\{(gy-d)\}}(t)} dt \geq m_{rg\{(gy-d)\}} [e_{akt\{rg,(gy-d)\}} + e_{ion\{dv,(gy-d)\}}] \quad (13)$$

ahol,  $\Delta U_{\Delta L_{(gy-d),0}}$ : a  $\Delta L_{(gy-d)}$  hosszúságú szikraköz átütéséhez szükséges minimális feszültségkülönbség  $t_{in[0]}$  időpontban.

$\Delta U(t)$ : a feszültségkülönbség időfüggvénye a  $\Delta L_{(gy-d)}$  távolságú véglapok között,

$Z_{dv\{(gy-d)\}}$ : a detonációs végtermék impedancia-idő függvénye,

$e_{akt\{rg,(gy-d)\}}$ : a robbanóanyag fajlagos (tömegegységre) vonatkoztatott aktiválási energiája,

$e_{ion\{dv,(gy-d)\}}$ : a detonációs végtermék fenti, fajlagos ionizációs energiája.

A szikra-energia hordozója, elektromágneses sugárzás. Ennek spektrális tartományát úgy kell beállítani, hogy az energia abszorpciója a robbanóanyagból képződő detonációs végtermékben minimális, a robbanóanyagban maximális legyen. Ez megvalósítható a detonációs végtermék és a robbanóanyag együttes kémiai összetételeitől függő szikra-hőmérséklet optimalizálásával.

**Kondenzátor-rendszer** szerelési egység: kondenzátor részegység, amelynek feladata, a gyutacs-detonátor szerelési egység működéséhez szükséges energia átmeneti tárolása, majd továbbítása. A részegység vegyes kapcsolású, a technika jelen színvonalán rendelkezésre álló, nagy kapacitású és feszültségű kondenzátorelemek együttese.

Szükséges és mérnöki tervezési méretezésekkel megvalósítható, hogy működése során a tárolt energia döntő mennyiségének felszabadulása, az  $(ft)_{(gy-d)}$  főtöltetben menjen végbe, vagyis a szikraközre vonatkoztatott energia-disszipáció minimális (elhanyagolható) legyen.

**Gyorskapcsoló** szerelési egység: a villamos energia leadásának indítására szolgál, amely, a fenti szerelési egységek közé van iktatva. Az egység működési időtartama,  $\Delta t_{(0,0)\{0,0\}} = t_{(0,0)} - t_{(0,0)\{0,0\}}$ , amely  $\max 10^{-7}$  [s].

Itt,  $t_{(0,0)\{0,0\}}$ : A gyorskapcsoló működésbe hozatalának időpontja. A szerző ajánlása szerint ennek megvalósítására (leginkább) előnyösek lehetnek azok az elektromos / elektronikus egységek, amelyek a következők szerinti főbb passzív részegységeket tartalmazzák. Az egyik részegység érzékeli a valamely mozgó céltárgyról beérkező minimum távoli infra-, maximum terahullám-hosszúságú jeleket és ezek alapján képes meghatározni a jelforrás saját (leküzdést végző harcanyag) relatív tér-idő koordinátáinak változási jellemzőit, amelyek elégségesek a harcanyag – céltárgy leküzdéséhez szükséges – optimális hely-idő koordinátáinak kiszámításához. Az adatok felhasználásával a gyorskapcsoló működését célszerűen maximum néhány száz 10 [ns] változási sebességű optikai kapcsoló jele aktiválja.

**Villamosenergia-vezető szakaszok összessége** – szerelési egység: szükséges, hogy a szakaszok bármelyikénél, a szikraközre vonatkoztatott energia-disszipáció elhanyagolható legyen.

**Az áramkör egyéb működési feltételei:** az iniciálás elérhető minimális  $\Delta t_{in\{(gy-d),min\}}$  időtartama függ az RLC áramkör egészének impedanciájától és ennek változásától, nevezetesen a  $(\partial Z_{RLC} / \partial t)_{\Delta t_{in\{(gy-d)\}}}$  paraméter stabilitásától. Az impedancia minimalizálásához és az utóbbi maximalizálásához szükséges egyrészt, hogy a kondenzátor szerelési egység bármely kondenzátor – fegyverzetének valamennyi  $P_{fegyv,i}$  pontja és a gyutacs-detonátor  $A_{(ft)\{(gy-d)\}}$  határ-szelvény felülete közötti  $\Delta L_{(P,A)}$  áramvezetési távolságok, továbbá a  $+ / -$  polaritású villamos vezetők összességét  $\Delta L_{(+,-)}$  hosszúságai és a villamos vezetési  $V_{vill.áram}$  átlagos sebességek közötti kapcsolatok, az alábbiak legyenek,

$$\frac{\Delta L_{(P,A)}}{V_{vill.áram}} \leq \Delta t_{in\{(gy-d),min\}} \quad (14)$$

$$\Delta L_{(-)} \geq \Delta L_{(+)} \quad (15)$$

Szükséges továbbá az áramkör temperálása, maximum  $T \leq 0,15$  (TD) határhőmérsékleten, ahol (TD) a minimális Debye-hőmérséklet, amely az áramvezető valamely elemére vonatkozik a fenti időtartam során. Mindezek eredménye-

ként és következményeként, a szerelési egységek valamennyi elemének működésére a fenti hőmérsékleten, vagy alatta kerül sor, ezért ezek mindegyike kicsiny ellenállású és közelítőleg – különböző mértékben – maximális ellenállás stabilitású, lineáris kapcsolási elemként funkcionál [16]. Vagyis, a szerelési egységek fizikai jellemzőinek bázis- és határértékei nem változnak a fenti időtartam során.

2. sz. tápegység köre: rendeltetése az RLC áramkör kondenzátorainak feltöltése  $t_{(0,0)[0,0]}$  időpontig. Fő elemei: a kondenzátor (-rendszer) tápforrása, a hozzá sorosan kapcsolt Marx-generátor és az elektronikus (K) kapcsolók együttese.

A tápforrás – a harcanyag rendeltetésétől függően – pl. generátor, vagy olvadó-elektrolitos elemekből álló telep, amely a lepelbiztonsági, valamint az optimális célmegközelítési (tér- és idő-) koordináták által meghatározott (röp-)pálya szakaszon működtethető.

A transzformátor a tápforrás kimeneti feszültségét transzformálja a kondenzátor-rendszer  $U(t_{(0,0)})$  feszültségére. Optimális konstrukciója, a rendelkezésre álló szakirodalmi információk alapján, pl. [3, 17] meghatározható. A kapcsolók a fenti elemek és a kondenzátor-rendszer közötti kapcsolásokat végzik.

A fentiek részletezése, vagy további elemek vizsgálata szükségtelen, mivel az 1. és 2. részáramkörök között kölcsönhatás nincs a  $\Delta t_{in}$  időtartam során. A tápegység-kör temperálása, nem szükséges.

### A GYUTACS-DETONÁTOR MŰKÖDHETŐSÉGÉNEK MEGÁLLAPÍTÁSA

A megállapítás módszere számítás, amelynek eszköztárába tartoznak a jelen publikációban bemutatott összefüggések és a hivatkozásoknak megfelelő robbanóanyagokra, a robbanó harcanyagokra és a mikrohullámú áramkörökre vonatkozó mérnöki tervezési eljárások. A számítási eredmények érvényessége fizikai-matematikai diszkussziókkal (is) eldönthető, és ezek alapján a modell érvényességére szabatos megállapítások tehetők.

A számítások, a gyújtó-detonátort tartalmazó iniciáló szerkezet 1. részáramkörének tervezési adataira vonatkoznak. A számítási eredmények kizárólag közelítő függvénykifejtéseknek megfelelőek (lehetnek), mivel a bemutatott összefüggések, részben ismeretlen összetett, és többváltozós paraméteres előállítási függvényeket tartalmaznak, amelyek analitikus megoldása nem lehetséges. A közelítések alkalmazott módszere – Fourier-sorfejtés, 4 lépés szerint. A főbb tervezési alapadatok és a számítási eredmények, a következők.

1. táblázat. 1. sz. részáramkör: tervezési alapadatok

Sorsz.	Megnevezés	Mértékegység	Mérőszám	Megjegyzés
<b>1.</b>	<b>Gyutacs-detonátor</b> szerelési egység			
1.1.	Kivitelezés és forma			Prétest henger, burkolat nélkül
	$d_{(ft)\{(gy-d)\},hat} / \Delta L_{(gy-d)}$	m / m /	$5 \cdot 10^{-3} / 2 \cdot 10^{-2}$	
	$m_{rg\{(gy-d)\}}$	kg	$0,6 \cdot 10^{-3}$	
	$\Delta E_{szk\{\Delta L_{(gy-d)\}}$	J	1700	Számított adat
1.2.	Összetétel:			
	HMX / Al-púder (Al) / térhálós poliuretán (PU)	% / % %	96 / 2 2	PU: Estane 5702F analóg [12]
1.3.	Robb.-technikai jellemzők:			
	$D_{(ft)\{(gy-d)\},max}$	ms <sup>-1</sup>	9000	Számított adat
	$\rho_{HMX}$	kgm <sup>-3</sup>	$1,9 \cdot 10^3$	
	$D_{HMX}$	ms <sup>-1</sup>	9100	
	$e_{akt\{rg,\{(gy-d)\}}$	kJkg <sup>-1</sup>	850	
	$e_{ion\{(dv),\{(gy-d)\}}$	kJkg <sup>-1</sup>	850	Számított adat
	$e_{HMX}$	kJkg <sup>-1</sup>	745	
<b>2.</b>	<b>Kondenzátor-rendszer</b> szerelési egység			Hatásfok: 20%
2.1.	Kapacitás	µF	3,5	
2.2.	$\Delta U(t_{(0,0)})$	kV	50	
2.3.	Fegyverzetek anyaga			Alumínium
<b>3.</b>	<b>Gyorskapcsoló</b> szerelési egység			
3.1.	$\Delta t_{(0,0)[0,0]}$	s		
<b>4.</b>	<b>Áramköri villamos-energiavezető szakaszok összessége</b> – szerelési egység			
4.1.	Áramvezetők anyaga			Vörösréz
<b>5.</b>	<b>A részáramkör</b>			
	Hőmérséklete, max., impedanciája	K ohm	48	(TD) vörösréz minimális, (max. $7,3 \cdot 10^{-3}$ )



1. sz. részáramkör, számítási eredmény:  $\Delta t_{m[(gy-d),0]}; (1-10) \cdot 10^{-7}$  [s].

A fentiek alapján a következők állapíthatók meg:

A vázolt részáramkört tartalmazó fenti szerkezet alkalmas lehet az  $rg_{(gy-d)}$  robbanóanyag  $D_{(ft)\{(gy-d)\},max}$  sebességű átalakulásának kiváltására, ezzel egyenértékűen az  $(ft)_{hg}$  főtöltet  $D_{(ft)\{hg\},max}$  kezdeti sebességű iniciálására, vagyis a gyutacs és a detonátor funkció együttesének megvalósítására, maximum  $(1-10) \cdot 10^{-7}$  [s] időtartam alatt.

A gyutacs-detonátor működési pontosságának megállapítása, kizárólag számításokkal nem lehetséges. Ezen adatok, számítások és kísérleti vizsgálatok együttes eredményeinek értékelésével állapíthatók meg.

## IRODALOMJEGYZÉK

1. Hadtudományi Lexikon, Budapest, Magyar Hadtudományi Társaság, 1995.
2. K. K. Andrejev – A. F. Beljajev: A robbanó anyagok elmélete, Budapest, 1965.
3. G. F. Donald, A. McKenzie: Electronics Handbook I-II, McGraw-Hill Book Co., 1981.
4. Dr. Kovács Z.: Tüzérségi gyújtók. Kézirat, Haditechnikai Intézet, Budapest, 1962.
5. Ja. B. Zeldovics: Teorija udarnüh voln i vvedenie v gazodinamiku, Moszkva, Izd. AN SZSZSZR, 1946.
6. L. Osanger: Reciprocal relations of Irreversible Processes, I-II. Physics Reviews, 37, p. 405–426, 38, p. 2265 – 2279, 1931. DOI: 10.1103/physrev.37.405
7. K. P. Sztanjukovics: Nyeusztanovivsieszja dvizensenija szplosnoj szredü, Moszkva, Nauka, 1971.
8. P. W. Cooper: Exploding Bridgewire Detonators. Explosives Engineering. Wiley-VCH. pp. 353–367. 1996.
9. SZ. SZ. Grigorjan, G. Sz. Sapiro: Djejsztvie jadernogo vzrúva, Moszkva, Mir, 1971.
10. B. Guttenberg: Interpretation of Records Obtained from the New Mexico Atomic Test, July 16, 1945. Bulletin of the Seismological Society of America 36: 327–330. 1946.
11. S. J. Zaloga: The Kremlin's Nuclear Sword. Smithsonian Institution Press, Washington-London, pp. 6–11. 2002.
12. P. W. Cooper: Lawrence National Laboratory. Explosives Engineering, New-York: Wiley-VCH, 1996.
13. D. L. Jackson at al.: Development and Qualification Testing of the high Voltage Detonator (HVD), AIAA 96-2874, Proceedings of 32... Propulsion Conference, Orlando FL, July 1996. DOI: 10.2514/6.1996-2874.
14. Dr. Molnár L.: Implóziós robbantás. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1992.
15. S. Zitrin: Analysis of Explosives by Infrared Spectrometry. London, 1988.
16. Dr.-Ing. habil. O. Zinke: Widerstende, Kondensatoren, Spulen und ihren Werkstoffe, Berlin, Heidelberg, New York, 1969.
17. Ledvánszky J.: Nemlineáris, mikrohullámú áramkörök tervezésének problémái: teljesítményillesztés, a reflexiós mátrix mérési hibáinak korrekciója. Kandidátusi értekezés, MTA, 1988.
18. Dr. Szternák Gy.: Az európai rakétavédelem katona-technikai háttere. Hadmérnök, XI. évf. 1. sz. pp. 30-40. 2016. [http://www.hadmernok.hu/161\\_04\\_szernakgy.pdf](http://www.hadmernok.hu/161_04_szernakgy.pdf) [2018.09.26]
19. John A. Tirpak: Mission to Mach 5, Air Force Magazine, vol. 82, no. 1. 1999.

## 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](http://www.topomap.hu) • [hm.terkepzeset@topomap.hu](mailto: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

### • Gyorsokszorosítás

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

### • Press – Nyomtatás

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

### • PostPress – Kötészetű feldolgozás

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

### • Vákuumformázás

- vákuumformázó szerszámok, terepszaltek előállítása CNC-technológiával
- vákuumformázás

### ÜGYFÉLSZOLGÁLAT ÉS TÉRKÉPBOLT:

1024 Budapest II., Filler u. 14.

+36 (1) 212-4540 • [ugyfelszolgalat@topomap.hu](mailto:ugyfelszolgalat@topomap.hu)

Nyitva tartás: hétfő–péntek 9.00–15.00

NYOMDAI GYÁRTÁSELŐKÉSZÍTÉS: +36 (1) 336-2035



Dr. Hegedűs Ernő\*

# Wass Huba magyar származású amerikai dandártábornok

Czegei Wass Huba<sup>1</sup>, az Egyesült Államok haderejének magyar származású dandártábornoka és katonai teoretikusa, 1941. augusztus 13-án született Kolozsvárott. Apja szentgyeydi és gróf czegei Wass Albert, földbirtokos, a Magyar Királyi Honvédségben szolgáló katonatiszt, író. A család a második világháborút követően Németországba, majd az USA-ba emigrált. A fiatal Wass Huba apjától lovagolni és vadászni is megtanult. 1964-ben évfolyamelsőként végezte el a West Point-i Katonai Akadémiát.

A tiszti iskola elvégzését követően ejtőernyős beosztásban kezdte meg katonai szolgálatát<sup>2</sup>. Két kiküldetés során századparancsnokként harcolt a vietnami háborúban, ahol a harcokban elért eredményeiért öt alkalommal érdemelte ki a Bronz Csillagot, majd az Ezüst Csillagot is. Kétéves szolgálata alatt két jelentősebb bevetésen vett részt, közvetlen tapasztalatot szerezve a helikopteres légimozgékony műveletek terén.

1. ábra. Wass Huba a vietnami háborúban, egy helikopter fedélzetén



Hazatérve, a Harvard Egyetemen szerzett tudományos fokozatot, majd 1974-től a West Point-i Katonai Akadémián tanított<sup>3</sup>. 1979-től Wass Huba alezredesi rendfokozatban szolgált. Részt vett, majd 1979-től vezető szerephez jutott az akadémián folyó doktrinális fejlesztő tevékenységben, így 1980-'82 között a légi-földi ütközet (Air-Land Battle) koncepciójának kidolgozásában<sup>4</sup>. A Field Manual 100-5 „Hadműveletek” szabályzat alapját képező új doktrína hatékony bevezetése érdekében 1983-ban, a kansasi Fort Leavenworth-



2. ábra. Wass Huba dandártábornok, a Fort Leavenworth-ben települő Felsőfokú Katonai Tanulmányok Iskolája (SAMS – School of Advanced Military Studies) parancsnokaként. Az 1980-as évek elején kidolgozta a Field Manual 100-5 „Hadműveletek” szabályzatot

ben vezetésével létrehoztak egy egyéves posztgraduális programot, a Felsőfokú Katonai Tanulmányok Iskoláját (SAMS – School of Advanced Military Studies), amelynek

**ÖSSZEFOGLALÁS:** Czegei Wass Huba az Egyesült Államok haderejének magyar származású dandártábornoka és katonai teoretikusa. 1964-ben évfolyamelsőként végezte el a West Point-i Katonai Akadémiát. Harcolt a vietnami háborúban. 1974-től a West Point-i Katonai Akadémián tanított. 1979-től vezető szerephez jutott a légi-földi ütközet (Air-Land Battle) koncepciójának kidolgozásában, majd a Field Manual 100-5 „Hadműveletek” szabályzat elkészítésében is. Fort Leavenworth-ben vezetésével létrehozták a Felsőfokú Katonai Tanulmányok Iskoláját (SAMS – School of Advanced Military Studies), amelynek parancsnoki teendőt is ellátta. Fő műve a társszerzőségével megjelent „Légi gépesített harc: a XXI. század aszimmetrikus manőverező hadviselése” című könyv.

**KULCSSZAVAK:** Czegei Wass Huba, US Army, teoretikus, légi-földi ütközet, FM 100-5 szabályzat, School of Advanced Military Studies, légi gépesített harc

**ABSTRACT:** Huba Wass de Czege is a Hungarian-born brigadier general and military theorist of the armed forces of the United States. In 1964, he graduated from the West Point Military Academy as the valedictorian. He fought in the Vietnam War. From 1974 he taught at the West Point Military Academy. From 1979 he played a prominent part in working out the concept of the AirLand Battle and then in preparation of the Field Manual 100-5, Operations too. The Army's School for Advanced Military Studies (SAMS) was established in Fort Leavenworth under his leadership and he also was the director of this institution. He was a co-author of the book Air-Mech-Strike: Asymmetric Maneuver Warfare for the 21st Century considered his masterwork.

**KEY WORDS:** Huba Wass de Czege, US Army, theorist, air-land battle, Field Manual 100-5, School for Advanced Military Studies, air mechanized strike

\* Mérnök őrnagy, Nemzeti Közszerzői Egyetem KMDI/National University of Public Service KMDI, E-mail: hegedus.erno@hm.gov.hu, ORCID: 0000-0001-8457-5044

1983–85 között a parancsnoki tendőit is ellátta<sup>5</sup>. Emellett Fort Leavenworth-ben az Egyesült Államok haderejének vezérkari iskoláján (General Staff College) Wass tábornok katonai felsővezetők generációit tanította.

A légi főlény előnyeit alkalmazó Air-Land Battle hadműveleti koncepció szerint a szövetségesek az ellenség hadműveleti mélységét, csapatösszevonásait a levegőből támadták volna, mintegy 300 km mélységig, helikopterekkel és csatrepülőgépekkel. A mélységben tevékenykedő közvetlen támogató légi erő hatékonyan segíthette volna az ellenlökést végrehajtó páncéloskötelékek és az azokat támogató légideszantok harctevékenységét. Az ellenlökés céljából előrevont „tartalék lehet légi, vagy földi manőverező alakulat ... a szárazföldi haderő légi szállítású és légi rohamerői tartalékokként gyorsan képesek reagálni ... Amint azonban bevetették őket, mozgékonyosságuk korlátozottá válik.”<sup>6</sup> (Ilyen módon az Air-Land Battle elméletet megfogalmazó szabályzat már 1982-ben kimondja azokat

a haditechnikai korlátokat, amelynek megoldására később Wass Huba dandártábornok vezetésével létrehozták a következő hadműveleti elméletet megfogalmazó Air-Mechanisation Study Group-ot.) Az Air-Land Battle elmélet a mozgáscentrikus hadászati kultúra első markáns amerikai megjelenésének nevezhető. A szárazföldi erők és a légi erő szoros együttműködésén alapuló védelmi koncepciót 1984-től a NATO is alkalmazta. A hidegháború végig az Air-Land Battle maradt az uralkodó hadműveleti elképzelés. 1986-ban volt egy frissítése (ami az alapokat érintetlenül hagyta). Wass Huba vezette az 1986-os kiadású FM 100-5-ös szabályzat szerkesztését is. „A Huba Wass de Czege által, a hetvenes években kifejlesztett Air-Land Battle koncepció gyakorlatilag a „blitzkrieg” („villámháború”) modernizált változata volt”.<sup>7</sup>

Wass Huba a '80-as évek végére az amerikai hadsereg dandártábornokává lépett elő. A 7. gyaloghadosztály 9. könnyűgyalogos ezredében töltött be parancsnok-helyettesi beosztást. Később Brüsszelben, a NATO központban szolgált, a szövetséges haderők főparancsnokságán a NATO főtitkár és a szövetséges főparancsnok tanácsadójává lett. Ebben a beosztásban az európai hagyományos fegyverzetű haderők (CFE – Conventional Armed Forces) csökkentésének végrehajtásait irányította. Ez idő tájt felmerült Wass Huba dandártábornok magyarországi NATO-beosztásba történő kinevezése is. A NATO európai főparancsnokának (Supreme Army Commander Europe – SACREUR) kabinetfőnöki és főtanácsadói feladatát is betöltötte. Néhány évig a Fort Riley 1. hadosztály (Big Red One) parancsnok-helyettese is volt. Az Egyesült Államok hadseregének dandártábornokaként részt vett az 1991-es Sivatagi vihar hadművelet harcászati terveinek kidolgozásában is. A tábornok egyike azoknak a katonai teoretikusoknak, akik az öbölháborúban összeállították az iraki hadsereg megsemmisítésére vonatkozó terveket. Az Air-Land Battle koncepció – kiterjedt páncélos-kötél-



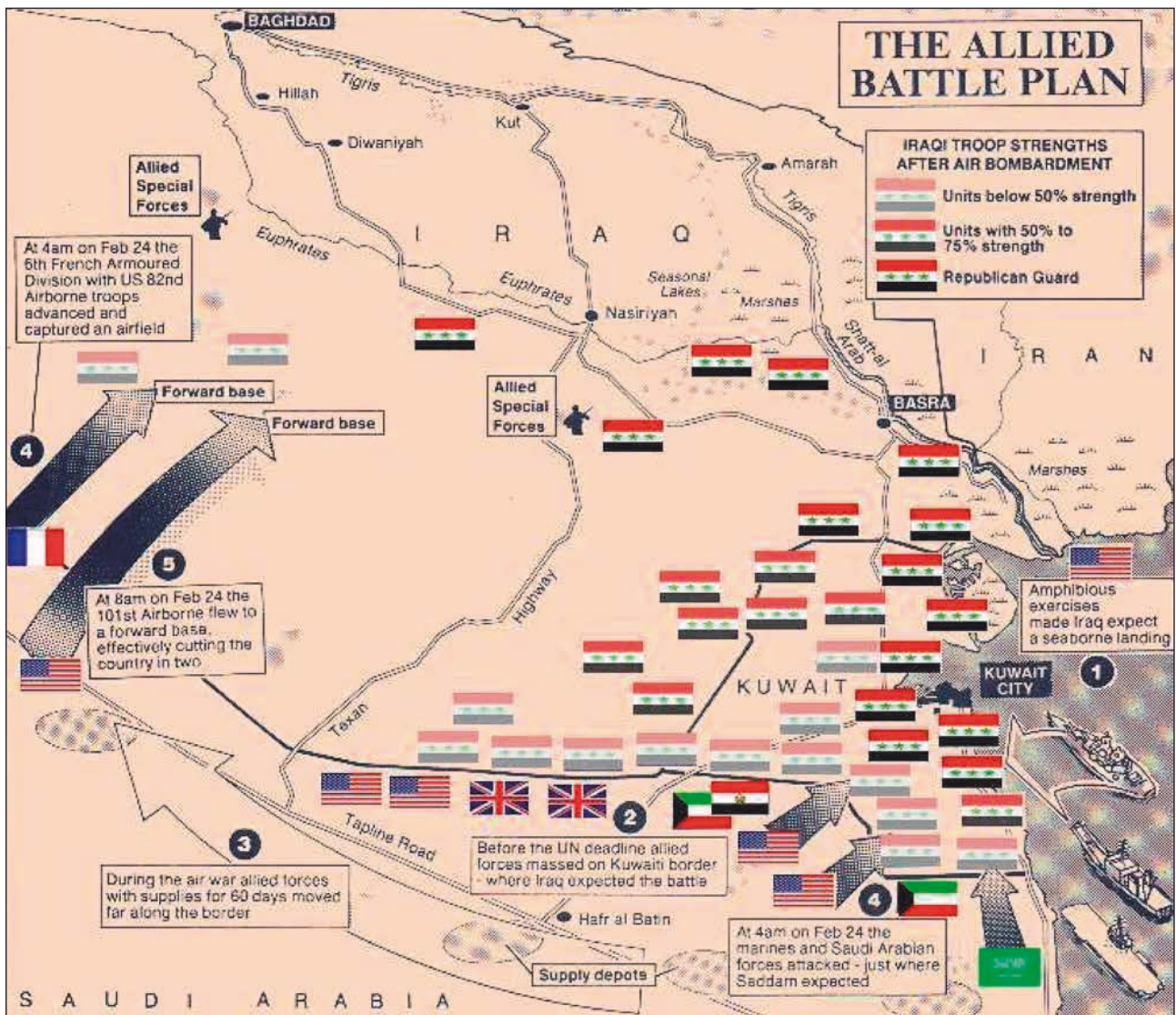
3. ábra. A Wass tábornok társszerzőségével megjelent „Légi gépesített harc: a XXI. század aszimmetrikus manőverező hadviselése” című kötet a légi-földi ütközet (Air-Land Battle) koncepciójához köthető

kek, a harcászati légi erő és légi-deszant-csapatok együttműködésén alapuló hadművelet – elvei alapján vívták meg az 1991-es öbölháborút.

Wass Huba dandártábornok 1993-ban történt nyugállományba vonulását követően továbbra is aktív szereplője maradt a haderőben zajló tudományos munkának, amelynek ekkortól még több időt szentelhetett. A kilencvenes években aktívan részt vett az „Army After Next” programban, az amerikai haderő harcászati kísérleteinél volt tanácsadó (itt wargame szimulációt is alkalmaztak). Egészen 2010-ig tanácsadói szerepet töltött be a haderő kutatás-fejlesztési és szervezetfejlesztési ügynökségének, a DARPA-nak (Defense Advanced Research Projects Agency – Fejlett Technológiák Kutatási Hivatala) programjaiban is. Konzultánsi szerepkörben részt vett az Egyesült Államok Hadseregének Kiképzési és Doktrinális Központjának, a TRADOC-nak (U.S. Army Training and Doctrine Command) a munkájában is. Széles körű publikációs tevékenysé-

get folytatott olyan katonai szakfolyóiratokban, mint az Armed Forces Journal, Military Review, Army Magazine, Small War Journal stb.

Wass dandártábornok munkássága a 2003. évi öbölháború időszakában kibontakozó hadműveleti elméletekre is jelentős hatással volt. Elméleti tevékenységének egyik meghatározó eleme a légideszantok gépesítésére vonatkozó elméletek kidolgozásában való részvétel. A pályafutása során leginkább a légideszantcsapatokhoz kötődő Wass tábornok, már a nyolcvanas évek elején a légideszant és könnyűfegyverzetű erők könnyű, kis méretű páncélozott eszközökkel való felszerelésén dolgozott<sup>8</sup>. Erre alapozva, a kilencvenes évek végén jelentősebb terjedelmű társszerzős publikációkat jelentetett meg a légi gépesítés témakörében. Az Air-Land Battle elméletet leíró FM-100-5 hadműveleti szabályzat ugyanis kimondja, hogy „amint bevetették a légideszantokat, mozgékonyosságuk korlátozottá válik.”<sup>9</sup> Amerikai részről a második öbölháború idejére ismertté vált a légi gépesítés elmélete (Air Mechanisation Stryke – légi gépesített csapat). A légideszantcsapatok légi gépesítése alapelveinek kidolgozása érdekében a kilencvenes évektől működő légi gépesítés munkacsoport kötelékében (Air Mech Stryke Study Group – Airborne) elismert elméleti szakemberek – köztük Wass Huba dandártábornokok – tevékenykedtek. A munkacsoport légi gépesítés elveire vonatkozó eredményeit 2002-ben a „Légi gépesített harc: a XXI. század aszimmetrikus manőverező hadviselése” című könyvben adták közre. E tanulmány a kilencvenes években megkezdett elméleti munka, az ejtőernyős és helikopteres deszantok, illetve a légi úton szállított könnyűlövész csapatok gépesítéssel történő képességnövelésére, széles körű alkalmazása feltételeinek megteremtésére tesz javaslatot. Az elmélet hosszú távon – az ezredforduló után – a Stryker légiszállítású dandár koncepcióban vezetett konkrét haderő-fejlesztési eredményre.



4. ábra. Az 1991. évi öbölháború szövetséges hadműveleti terve, amelyet a Wass Huba tábornok által felállított vezérkari tanfolyamon képzett tábornokok terveztek meg és hajtottak végre, elsősorban az FM 100-5/1982 „Hadműveletek” szabályzat alapján, a légi-földi ütközet (Air-Land Battle) hadműveleti elv figyelembevételével

## FORRÁSOK

- Brigadier General (Ret.) Huba Wass de Czege <https://ssi.armywarcollege.edu/pubs/people.cfm?authorID=64> [2018.09.26.];
- Takaró Mihály (szerk.): Wass Albert titkai. Szabad Tér Kiadó – Czegei Wass Alapítvány, Budapest, 2006;
- Huba Wass de Czege – Antullio J. Echevarria: Toward a Strategy of Positive Ends. Strategic Studies Institute, US Army War Collage, 2001. DOI: 10.21236/ada397122;
- Kiss Álmos Péter: Az Iraki Szabadság hadművelet sikerének háttere. Új Honvédségi Szemle 2003. évi 8. sz.;
- Field Manual FM 100-5 Hadműveletek tábori kézikönyv. Magyar Honvédség Vezérkara, Budapest, 1997;
- Kaplan, Fred: Force Majeure – What lies behind the military's victory in Iraq, 2003. 04. 10. <http://www.slate.com/id/2081388/> [2018.09.26.];
- Sándor Tamás: A Stryker dandár harccsoport: a gyorsan bevethető ütőképés haderő lehetőségei. Regiment, I. évf. 2005. 1. sz.

## JEGYZETEK

- 1 Angol nyelvű irodalomban: Brigadier General Huba Wass de Czege.
- 2 Takaró Mihály (szerk.): Wass Albert titkai. Szabad Tér Kiadó – Czegei Wass Alapítvány, Budapest, 2006. 181. o.
- 3 U. o. 190. és 194. o.
- 4 Huba Wass de Czege – Antullio J. Echevarria: Toward a Strategy of Positive Ends. Strategic Studies Institute, US Army War Collage, 2001. 5. o.
- 5 Kiss Álmos Péter: Az Iraki Szabadság hadművelet sikerének háttere. Új Honvédségi Szemle 2003. évi 8. sz. 3. és 4. o.
- 6 Field Manual FM 100-5 Hadműveletek tábori kézikönyv. Magyar Honvédség Vezérkara, Budapest, 1997. 191. o.
- 7 Kaplan, Fred: Force Majeure – What lies behind the military's victory in Iraq, 2003. 04. 10. <http://www.slate.com/id/2081388/>
- 8 Sándor Tamás: A Stryker dandár harccsoport: a gyorsan bevethető ütőképés haderő lehetőségei. Regiment, I. évf. 2005. 1. sz.
- 9 Field Manual FM 100-5 Hadműveletek tábori kézikönyv. Magyar Honvédség Vezérkara, Budapest, 1997. 191. o.

Brányi Bence\*

# Szemelvények a kiberhadviselés jelenéből III. rész

## Az informatika uralta haderők sebezhetőségének érzékeltetése öt példán keresztül

### IRÁNI NUKLEÁRIS LÉTESÍTMÉNYEK MEGTÁMADÁSA (STUXNET)

Technikai szempontból a modern Izrael állam megalapítására (a Földközi-tenger keleti partján) igen kedvezőtlen földrajzi környezetben került sor – egy elsivatagosodott, csekély természeti erőforrásokkal rendelkező vidéken. A palesztinok által is maguknak követelt területen a fő problémát az jelenti, hogy Izrael egyetlen jelentős szövetségese az Amerikai Egyesült Államok. A környező arab országok, köztük Szaúd-Arábia, Egyiptom és Irán a zsidó állam elpusztítását annak létrejötte óta tervezik; Izrael ezért megalapítása óta számos háborút vívott a fennmaradásáért. Ezek közé tartozott az 1947–49-es függetlenségi háború, az 1956-os szuezi válság, az 1967-es hatnapos háború, az 1973-as jom kippuri háború és a 2008–2009-es gázai háború.

Izrael a jelentős külföldi (zsidó közösségek általi) adományoknak és a nagy mennyiségű amerikai hadianyagnak köszönhetően eddig minden háborúból győztesen került ki, de a hagyományos hadviselés mellett, már a hidegháborúban megjelent egy új típusú fenyegetés Irán nukleáris programja képében. Izrael korábban büntetlenül támadhatta a környező országokat, ha viszont Irán nukleáris fegyverekhez jutna, a zsidó állam valószínűleg nem merne megkockáztatni egy támadást (a minimális távolság miatt az atomtöltetek célba juttatására szolgáló interkontinentális ballisztikus rakétákra ebben az esetben nincs szükség).

Irán nukleáris programja már 1957-ben elindult, majd 1967-ben az amerikaiak 5,545 kg dúsított uránt és 0,112 kg plutóniumot adtak át egy kísérleti reaktor beindításához. A munkálatok lassan haladtak, és amikor 1979-ben az iszlamista erők megdöntötték az Amerika-barát sah hatalmát, az ország nemzetközi embargó alá került, amelynek részeként a busheri atomerőművet építő Siemens AG is kivonult.

Irán ennek ellenére folytatta a nukleáris programot, külföldi államok, köztük Niger, majd a Szovjetunió és Kína segítségével támaszkodva. Izraeli politikusok az iráni nukleáris programot az országot fenyegető legnagyobb veszélyként kezelték, és mindent megtettek annak lassítására. Amerikai nyomásra Kína visszavonta ajánlatát egy urándúsító létesítmény felépítésére és időlegesen sikerült Iránt tárgyalásztalhoz ültetni, lehetővé téve az IAEA (Nemzetközi Atomenergia-ügynökség) munkatársainak, hogy megvizsgálják az iráni létesítményeket.

A sorozatos időhúzást megelőzve, Irán 2004-ben feltörte a Natanz városában található, leállított urándúsító egység lepecsételt bejárait, és újraindította a centrifugákat. Irán (bár folyamatosan hangoztatta, hogy nukleáris

programja békés célokat szolgál) elsődleges célja nyilvánvalóan a nukleáris fegyverekhez szükséges tisztaságú hasadóanyag létrehozása.

Izrael számára katasztrofális eredménnyel járna, ha bármelyik ellenséges arab ország atomfegyverre tenne szert, ezért mindent megtett ennek megakadályozása érdekében. 1981-ben az izraeli légierő elpusztította Irak (francia segítséggel épített), kifejezetten polgári célú atomerőművét (Operation Opera), 2007-ben a légierő csapást mért Szíria feltételezett nukleáris létesítményére (Operation Orchard), 2010 és 2011 között pedig legkevesebb 5 iráni atomtudóst gyilkoltak meg az izraeli Moszad ügynökei.

Az irániak azonban tanultak a támadásokból. Megerősítették a tudósok védelmét, a zsidó ügynököket elfogták, nukleáris létesítményeiket pedig városok közelébe, a föld alá telepítették és erős légvédelemmel látták el, gyakorlatilag lehetetlenné téve egy hatásos (civil áldozatok nélküli) támadást. Mindezek ellenére, 2010-ben a Stuxnet nevű számítógépes program megsemmisítette az urándúsításhoz kulcsfontosságú natanzi egység urán-centrifugáinak kb. 20%-át.

A Stuxnet nevű számítógépes férget (a számítógépes vírushoz hasonló, de önállóan is működő programot) valószínűleg amerikai segítséggel az izraeli 8200-as egység, az izraeli hírszerző ügynökség (Haman) egyik alegysége hozta létre, tesztelésére egyes információk szerint az izraeli Dimona városában elkülönített környezetet építettek ki. Ehhez nyilvánvalóan titkosszolgálati segítséget használtak, mert minden fontosabb információ birtokában voltak; többek között részletesen ismerték az egyedi centrifugát és gyártóit, a finn Vaccon és az iráni Fararo Payo cégeket, valamint a centrifugák Simatic vezérlőrendszerét is.

10. ábra. Az izraeli 8200-as egység katonái munka közben



\* ORCID: 0000-0001-6025-1547



**11. ábra.** Mahmud Ahmadinezsád iráni elnök látogatása a natanzi urándúsítóban. A hivatalos elnöki fotó egyes információk szerint segíthette a támadókat, mert a kép alsó részén látható az erőmű centrifugáit irányító rendszer elosztása (a működő centrifugák zöld, a nem működők szürke pontként)

A féreg már rövid idővel elkészültét követően megkezdte a fertőzést. Az internet nélküli, fizikailag leválasztott iráni létesítménybe fertőzött USB-tárolón (pendrive-on) keresztül jutott be. A Stuxnet a világ valószínűleg addigi legszofisztikáltabb férgé, amelyet kifejezetten egy rendkívül szűk célpont támadására fejlesztettek ki. Működése három jól elkülöníthető lépésből állt. Először a Windows operációs rendszer több hibáját, köztük a .LNK sebezhetőségét (CVE-2010-2568) kihasználva jutott be, majd további kiskapukon keresztül terjedt tovább. A Stuxnet kb. 100 000 számítógépet fertőzött meg, ezek közel felét Iránban.

Amennyiben a vírus sikeresen bejutott egy számítógéphez, megkezdődött a második szint, a célpont azonosítása. A Stuxnet a Siemens ipari felügyeleti szoftverére (Simatic WinCC-re) utaló jeleket keresett (a korábbi változatban az S7-417-es, később S7-315-ös PLC-t). Amennyiben talált ilyet, folytatta a kutatást a PLC (speciális programnyelvet használó célszámítógép) rendszerében, egyedi, kifejezetten az IR-1-es (Iran 1) urándúsító-centrifugákra jellemző programsorokat keresve. Amennyiben a második keresés is sikeres volt, módosította a programot (a PLC-k a Stuxnet támadása előtt minimális védelemmel rendelkeztek, mivel a vírusok szinte kizárólag egyéni felhasználókat és céges, illetve állami adatbankokat vettek célba).

A PLC feladata ebben az esetben a centrifugák sebességének szabályozása volt, amibe a féreg kétféleképpen avatkozott be: a dokumentált adatokat átírta, ezért a kezelőknek nem tűnt fel a változás, másrészt időről időre módosította a centrifugák sebességét.

A Stuxnet három fő sorozatban készült első változatát 2009 júniusára datálták, de később kiderült, hogy már 2007-ben bevetették. 2010-es lebukásában az is szerepet játszott, hogy (valószínűleg a döntéshozók türelmetlensége miatt) a pusztítás felgyorsítása érdekében módosították a programot. A frissített verzió hibájából azonban a féreg – tévedésből – egy mérnök laptopját is megfertőzte, majd miután a férfi otthonában rácsatlakozott az internetre, ezen keresztül a Stuxnet tovább terjedt (Irán mellett indonéziai, indiai, azerbajdzsáni, pakisztáni, sőt, amerikai számítógépeken is megjelent, lehetővé téve az azonosítását).

A Stuxnet 2009-es, 0.5-ös változata a következőképpen működött: 30 napig a centrifuga kifogástalanul üzemelt, majd a program lezárta a kiengedett szelepeket, ezért a beérkező gáz (urán-hexafluorid) nyomása növekedni kezdett. Ezt követően a féreg várt két órát, vagy ameddig a nyomás a megengedett érték ötszörösére nőtt. Ekkora nyomásnál a gáz lecsapódott, és rátapadt a centrifugalapátokra, amelyek ettől megbillentek és nekicsapódtak a

centrifuga falának, kisebb sérüléseket okozva, hosszabb távon kárt téve a centrifugában és tönkretéve a dúsítási folyamatot. Végül a program módosította a naplózási adatokat, elfedve a tevékenységét, majd a folyamat újraindult.

2010-ben megjelent egy újabb változat, amelyben a centrifugákat a program 15 percre a másodpercenként 1064 fordulátú üzemi sebességről 1410-re gyorsította, majd visszalassult és 27 napon keresztül hiba nélkül üzemelt. Ezt követően 50 percre keresztül lényegesen lassabban, másodpercenként 600 fordulattal üzemelt, mielőtt újraindult volna a folyamat. A szűk sebességtartományban, állandó sebességre tervezett alumínium turbinalapátok az erős fékezés és gyorsítás hatására kitágultak és deformálódtak, szó szerint széthajtva a turbinákat, amelyek élettartama drasztikusan lecsökkent. Nem sokkal később a hajtóművek leégtek.

A támadás eredményeit a nagyközönség máig nem ismerhette meg, de néhány közvetett információ elérhető. 2009-ben Iránban egy komoly nukleáris baleset következett be, aminek hatására az iráni atomenergiáért felelős szervezet vezetője lemondott, a natanzi urándúsító komplexum pedig leállt.

Az IAEA egyik akkori vezetője, Olli Heinonen szerint a támadás után, a 2009 novemberéig telepített kb. 8700 centrifugából 2009–2010 során egy-kétezeret le kellett cserélni. A legnagyobb veszteség maga a leállítás volt: az iráni atomprogram 1-2 évvel tovább került céljától, mivel a natanzi létesítmény gépparkjának fokozatos cseréje és a hálózatnak a Stuxnet-től való megtisztítása óriási munkát igényelt. (A Stuxnet felfedezését követően tovább folytatódtak az iráni nukleáris tudósok elleni támadások).

A Stuxnettel kapcsolatban hivatalosan sem Izrael, sem az Amerikai Egyesült Államok nem ismerte el érintettségét, de érdemes megjegyezni, hogy a féreg a támadásokról rendszeresen jelentéseket küldött egy-egy maláj és dán szerverre (mypremierfutbol.com, todaysfutbol.com). A megszerzett információ sorsa ismeretlen. A Stuxnet féreg határozott célja az urándúsító környezetkímélő módon történő tönkretétele volt, azonban az ehhez hasonló, fejlett vírusokkal rendkívüli károkat lehet okozni egy üzemelő nukleáris létesítményben.

A Stuxnet után 2011-ben a Budapesti Műszaki Egyetem Híradástechnikai Tanszékén található CrySys Adat- és Rendszerbiztonság Laboratórium fedezte fel az eltérő feladatokról, de rendkívül hasonló felépítésű Duqu kártevőt. Ezt követően 2012-ben a hasonló Flame kártevőt, illetve a 2017 decemberében észlelt Triton-t szintén összekapcsolták a Stuxnet-tel.

## DRÓNELFOGÁS (IRÁN)

A kiberhadviselés célja általában pénz- vagy információ-szerzés, az ilyen technikával végrehajtott fizikai támadás ritka (a Stuxnet a kivételek egyike), azonban mára realitássá vált a közvetlen harcctéri támadás is (pl.: helymeghatározó- vagy barát-ellenség felismerő-rendszerek adatainak módosítása révén). A legveszélyeztetettebb célpontok a pilóta nélküli (elsősorban légi) járművek, röviden drónok. Ezek jelenleg használt modelljei a légi főlény kivívására még nem alkalmasak, azonban egyre több ország használja őket irreguláris csapatok (szervezett bűnözői csoportok, lázadók, terroristák) elleni harcra (lásd MQ-1-es „Predator” és MQ-9-es „Reaper”), illetve megfigyelésre (RQ-4-es „Global Hawk”).

Az ezek leváltására tervezett következő generációs drónok egyike a felderítő feladatokról Lockheed Martin





12. ábra. A zsákmányolt RQ-170-es drón egy iráni tornateremben kiállítva

RQ-170-es „Sentinel”, egy lopakodó-karakterisztikájú, csupaszárny-kialakítású típus, amelyet valószínűleg 2007-ben vetettek be először Afganisztánban, azóta pedig Irak és Pakisztán felett is alkalmazták. Az amerikai légierő (USAF) és a Központi Hírszerző Ügynökség (CIA) által üzemeltetett RQ-170-est közel teljes titoktartás övezi, a jármű képességeiről nincs elérhető (megerősített) információ, ezért az egész világot meglepetésként érte, amikor 2011. december 4-én az iráni hadsereg működőképes állapotban zsákmányolt egy RQ-170-est, majd erről négy nappal később videófelvételt tett közzé.

A támadásról a következők ismertek. Az amerikaiak a drónt kémkedésre szánták; a jármű képességei a pilótás U-2-esét valószínűleg nem érik el, ugyanakkor lopakodó kialakítása lehetővé teszi számára az erős légvédelmi területek feletti működést. A típust 2009-ben Dél-Koreában tesztelték – a RQ-170-est az amerikaiak által ellenségnek tekintett országok, köztük Észak-Korea, Irán és Pakisztán feletti kémkedésre szánták. Hivatalosan a drónt a Közép-Keleten terrorista-sejtek felderítésére használták. A radarokk és légvédelemmel gyakorlatilag nem rendelkező félkatonai csoportok ellen szükségtelennek tűnik a különleges típus használata és a rendkívüli titoktartás.

Az iráni incidenst követő napon, december 5-én amerikai katonai források (nem hivatalosan) elismerték egy RQ-170-es elvesztését, de a fedőtörténet szerint a gépet a Nemzetközi Biztonsági Közreműködő Erő (ISAF) üzemeltette. Ez nyilvánvalóan hazugság volt – további egy nappal később egy neve elhallgatását kérő amerikai tiszt azt állította, hogy a drónt a CIA iráni nukleáris létesítmények megfigyelésére használta, amikor elvesztették vele a kapcsolatot.

A felvételek bizonyossága szerint a pilóta nélküli repülő gyakorlatilag épen került iráni kézbe, ezért valószínűleg vagy szoftverhiba miatt kényszerleszállást hajtott végre, vagy (az iráni állítás és egyes amerikai feltételezések szerint) az irániak kibertámadásának áldozatává vált.

Az egyik lehetséges magyarázat szerint a drónt egy (orosz) Kvant 1L222-es „Avtobaza” önjáró radarrendszerrel

támadták, amely blokkolta mind a pilóta nélküli repülőgépet irányító földi állomás, mind az önálló repüléshez szükséges GPS jelét, majd egy adóállomás a globális helyzetmeghatározó rendszerhez hasonló jelet közvetített.<sup>8</sup>

A jelet a drón valódi (műholdas) GPS-jelként érzékelte, majd ezt használva visszatért és leszállt az általa védett amerikai előretolt bázisnak vélt, valójában iráni területen (egyes feltételezések szerint a gép földet éréskor három darabra szakadt, de ez az elfogás tényét nem befolyásolja).

Az incidens kapcsán számos kérdés merült fel, például amennyiben az irániak zavarták a GPS-jelet, az RQ-170-es drón miért (pl.: esetleg a szoftver hibás tervezése miatt) nem tért át a lényegesen pontatlanabb, de éppen ilyen helyzetre megtartott, független tehetetlenségi navigációs rendszer (INS) használatára, amikor a fejletlenebb MQ-1-es és MQ-9-es is az INS-t részesíti előnyben a GPS-szel szemben.

Az Amerikai Egyesült Államok kérvényezte a drón visszaszolgáltatását, amit az irániak megtagadtak. Bejelentették, hogy lemásolják az RQ-170-est, amit 2016-ban Saegheh néven mutattak be, de ezen típus vizsgálata már nem tartozik szorosan a témához.<sup>9</sup> A hasonló támadások száma az autonóm drónok további terjedésével valószínűleg nőni fog, és a helyzetet súlyosbítja, hogy az eltérített, pilóta nélküli drónok akár fegyvereket is szállíthatnak.

## TANULSÁG

Ahogy látható, az utóbbi években a kiberhadviselés sosem látott mértékűvé vált. Gyakorlatilag az élet minden területén megjelent, egyaránt támadva állami intézményeket és cégeket, katonai beszállítókat és egészségügyi, valamint energetikai létesítményeket.

A Magyar Honvédség számára – korlátozott erőforrásai miatt – egy kifejezetten kibertámadásra tervezett ütőképes egység létrehozása nem reális és nem is lenne értelme, azonban a nagyon is valós fenyegetettség, a civil és kato-

nai adatok védelme, az esetleges támadások elhárítása a jelen és a közeljövő egyik legnagyobb kihívása. A fizikailag leválasztott belső hálózatok kora régen lejárt, és ahogy a példa is mutatja, nem is életképes. A hálózati alapú rendszerek hatékony védelme, ha nem is a leglátványosabb, de mindenképpen kiemelt feladat, amelyre az egyszerű felhasználótól a kormányig mindenkinek érdemes lehetőségehez mérten költenie.

## FORRÁSOK

- Akhgar, Babak – Brewster, Ben (szerk.): *Combatting Cybercrime and Cyberterrorism: Challenges, Trends and Priorities*. Springer, 2016. DOI: 10.1007/978-3-319-38930-1;
- Zetter, Kim: *Countdown to Zero Day: Stuxnet and the Launch of the World's First Digital Weapon*. New York: Broadway Books, 2015;
- Chawki, Mohamed et al.: *Cybercrime, Digital Forensics and Jurisdiction*. Springer, 2015. DOI: 10.1007/978-3-319-15150-2;
- Bernik, Igor: *Cybercrime and Cyber Warfare*. Wiley-ISTE, 2014. DOI: 10.1002/9781118898604;
- Kshetri, Nir: *Cybercrime and Cybersecurity in the Global South*. New York: Palgrave Macmillan, 2013. DOI: 10.1057/9781137021946
- Gragido, Will et al: *Blackhatomomics: An Inside Look at the Economics of Cybercrime*. Syngress, 2012. DOI: 10.1016/c2011-0-05155-4;
- Gragido, Will; Pirc, John: *Cybercrime and Espionage: An Analysis of Subversive Multi-Vector Threats*. Syngress, 2011. DOI: 10.1016/c2010-0-64928-5;
- McQuade III, Samuel C. (szerk.): *Encyclopedia of Cybercrime*. Greenwood, 2008;
- Interjú Anders Fogh-gal. *PC World*, 2018.01.15 <https://pcworld.hu/pcwpro/meltdown-spectre-serulekenyseg-testkozolbol-interju-242545.html> [2018.10.01.];
- Lara Seligman: *Final Software Load Plagues F-35 Test Jets*. *Aviation Week Network*, 2016 07.11. <http://aviationweek.com/defense/final-software-load-plagues-f-35-test-jets> [2018.10.01.];
- Sam Kim: *How North Korea Built An Army of Hackers: Q&A*. *Bloomberg Technology*, 2017.10.17. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-10-17/how-north-korea-built-an-army-of-cyber-warriors-quicktake-q-a> [2018.10.01.];
- David E. Sanger, David D. Kirkpatrick, Nicole Perlroth: *The World Once Laughed at North Korean Cyberpower. No More*. *New York Times*, 2017.10.15. <https://www.nytimes.com/2017/10/15/world/asia/north-korea-hacking-cyber-sony.html> [2018.10.01.];
- Paul Mozur, Choe Sang-Hun: *North Korea's Rising Ambition Seen in Bid to Breach Global Banks*. *New York Times*, 2017.03.25. <https://www.nytimes.com/2017/03/25/technology/north-korea-hackers-global-banks.html> [2018.10.01.];
- Janene Pieters: *Russian servers linked to DDoS attack on Netherlands financial network*. *nltimes.nl*, 2018.01.29. <https://nltimes.nl/2018/01/29/russian-servers-linked-ddos-attack-netherlands-financial-network-report> [2018.10.01.];
- zerocool: *DoS, és DDoS támadások (túlterheléses támadások)*. *Ethical hacker tutorials*, 2013.12.06. <http://backtrackut.blogspot.hu/2013/12/dos-es-ddos-tamadasok-tulterheleses.html> [2018.10.01.];
- Dömös Zsuzsanna: *Mit kellene megbocsátani Edward Snowdennek?* *Origo*, 2016.09.15. <http://www.origo.hu/techbasis/20160915-edward-snowden-nsa-lehallgatasi-botran-y-kembotran-y.html> [2018.10.01.];
- Bolcsó Dániel: *Csatát veszített az NSA, de a totális megfigyelésnek nincs vége*. *Index.hu*, 2015.12.11. [https://index.hu/tech/2015/12/11/nsa\\_freedom\\_act\\_megfigyeles\\_snowden/](https://index.hu/tech/2015/12/11/nsa_freedom_act_megfigyeles_snowden/) [2018.10.01.];
- NSA monitored calls of 35 world leaders after US official handed over contacts. *The Guardian*, 2013.10.24. <https://www.theguardian.com/world/2013/oct/24/nsa-surveillance-world-leaders-calls> [2018.10.01.];
- Exclusive: NSA pays £100m in secret funding for GCHQ. *The Guardian*, 2013.08.01. <https://www.theguardian.com/uk-news/2013/aug/01/nsa-paid-gchq-spying-edward-snowden> [2018.10.01.];
- NSA Prism program taps in to user data of Apple, Google and others. *The Guardian*, 2013.06.06. <https://www.theguardian.com/world/2013/jun/06/us-tech-giants-nsa-data> [2018.10.01.];
- NSA collects millions of e-mail address books globally. *The Washington Post*, 2013.10.14. [https://www.washingtonpost.com/world/national-security/nsa-collects-millions-of-e-mail-address-books-globally/2013/10/14/8e58b5be-34f9-11e3-80c6-7e6dd8d22d8f\\_story.html?utm\\_term=.c720a62d5abf](https://www.washingtonpost.com/world/national-security/nsa-collects-millions-of-e-mail-address-books-globally/2013/10/14/8e58b5be-34f9-11e3-80c6-7e6dd8d22d8f_story.html?utm_term=.c720a62d5abf) [2018.10.01.];
- Beismerték Merkel lehallgatását. *Index.hu*, 2013.10.30. [https://index.hu/tech/2013/10/30/az\\_nsa\\_a\\_google\\_t\\_es\\_a\\_yahoo\\_t\\_is\\_figyelte/](https://index.hu/tech/2013/10/30/az_nsa_a_google_t_es_a_yahoo_t_is_figyelte/) [2018.04.16.];
- Paul Mueller, Babak Yadegar: *The Stuxnet Worm* <https://www2.cs.arizona.edu/~collberg/Teaching/466-566/2012/Resources/presentations/2012/topic9-final/report.pdf> [2018.10.01.];
- Jim Finkle: *Researchers say Stuxnet was deployed against Iran in 2007*. *Reuters*, 2013.02.06 <https://www.reuters.com/article/us-cyberwar-stuxnet/researchers-say-stuxnet-was-deployed-against-iran-in-2007-idUSBRE91POPP20130226> [2018.10.01.];
- David Shepardson: *Tesla driver in fatal 'Autopilot' crash got numerous warnings*. *Reuters*, 2017.06.19 <https://www.reuters.com/article/us-tesla-crash/tesla-driver-in-fatal-autopilot-crash-got-numerous-warnings-u-s-government-idUSKBN19A2XC> [2018.10.01.];
- Loveday Morris, Ruth Eglash: *The drone shot down by Israel was an Iranian copy of a U.S. craft, Israel says*. *The Washington Post*, 2018.02.11 [https://www.washingtonpost.com/world/israel-confirms-downed-jet-was-hit-by-syrian-antiaircraft-fire/2018/02/11/bd42a0b2-0f13-11e8-8ea1-c1d91fcec3fe\\_story.html?utm\\_term=.b9c1d24ea8ec](https://www.washingtonpost.com/world/israel-confirms-downed-jet-was-hit-by-syrian-antiaircraft-fire/2018/02/11/bd42a0b2-0f13-11e8-8ea1-c1d91fcec3fe_story.html?utm_term=.b9c1d24ea8ec) [2018.10.01.];

## JEGYZETEK

- 8 Ez az angolul „GPS spoofing attack”-nak nevezett megoldás nem túlzottan bonyolult, 2013-ban a Texasi Egyetem mérnökhallgatói sikeresen eltérítették a White Rose jachtot, amely Monacóból indulva egészen Rodosz szigetéig hajózott, követve az ál-jeladó információit.
- 9 Érdekességként azonban megemlíthető, hogy 2018. február elején egy izraeli AH-64-es harci helikopter megsemmisített egy, a légtérébe belépő, az RQ-170-eshez kísértetiesen hasonlító iráni drónt (valószínűleg a Saegheh egy példányát), majd 8 db izraeli F-16-os légitámadást mért több, Szíriában található iráni célpontra, köztük a drón irányító-központjára. A támadásban (több évitend után először) az izraeli légierő elvesztette egyik repülőgépét.

(Illusztráció a szerző gyűjteményéből.)

1. ábra. Az MQ-8B robothelikopter



Sárhidai Gyula\*

## A helikopter teher-UAV-tól a kínai AT200-as teherszállító robotrepülőgépig

A pilóta nélküli repülőgépekkel történő légi ellátás alkalmazását a nyugati haderők már megkezdték. Napjainkban számos fejlesztés célozza a helikopterek robot üzemmódban történő repülésének megvalósítását. Mivel a robotizált helikoptereknél nincs szükség fedélzeten tartózkodó pilótára és egyes, a pilótához köthető rendszerek is elhagyhatók (vizuális leolvasású fedélzeti műszerek, kormányzervek, ülések stb.) így a – típustól függően – mintegy 10–20%-kal növekszik a repülőeszköz belső teherterének mérete, illetve a szállítható hasznos tömeg.

Elsőként az amerikai haderő lépett ezen a területen, amikor kifejlesztették a Kaman K-Max robothelikoptert. Az 1500-2700 kg hasznos terhelhetőségű könnyű helikopter feladata lőszer, üzemanyag és más utánpótlás kijuttatása a partra szálló hajóegységről a hídfőben tartózkodó, partra szállt tengerészgyalogos csapatokig. Repülését GPS koordináták szerint automatikus üzemmódban, operátor segítségével vagy vegyes üzemmódban (pl. leszálló fázisban

operátor által átvett kézi irányítás) végezheti. A mindössze 2200 kg szerkezeti tömegű könnyű helikopter teheremelő képességét valamelyest javította a pilóta elhagyása. Jelenlegi ismereteink szerint csapatpróbán tesztelik. 2011-ben két példányt vett át az amerikai tengerészgyalogság, amelyeknél a CQ-24A típusjelzést alkalmazták. Afganisztánban 2500 tonna anyagot mozgattak meg.

Az Egyesült Államok Haditengerészete a Northrop Grumman cég által gyártott MQ-8-as „Fire Scout” helikopter UAV-t alkalmazza, amely képes fedélzeti fegyverek hordozására, valamint a mélységben tevékenykedő csoportok részére utánpótlás szállítására is. [1] A típus új változatát négylapátos forgószárny jellemzi, ami biztosítja a nagyobb emelőerőt és hosszabb repülési időtartamot, valamint a kisebb zajszintet is. A maximális hasznos terhelhetőség jelenleg 272 kg. Az eszköz maximális repülési ideje, kis terheléssel 8 óra. A cég képviselői – a megfelelő hatótávolság elérése érdekében – 91 kg tömegű vészutánpótlási csomagok szállítását javasolják, amelyek külső függesz-

**ÖSSZEFOGLALÁS:** A pilóta nélküli repülőgépekkel történő légi ellátás megvalósítását a nyugati haderők már gyakorlatban is tesztelik. Rajtuk kívül több országban folytatnak fejlesztéseket ennek a célnak a megvalósítása érdekében. A cikk három, ebbe a kategóriába tartozó eszközt, két amerikai forgószárnyas és egy merevszárnyas kínai UAV-ot mutat be.

**KULCSSZAVAK:** pilóta nélküli repülőgép, légi ellátás, robotizált helikopter, teher-UAV, Kaman K-Max, Northrop Grumman MQ-8, AT200

**ABSTRACT:** Air supply by the use of unmanned aerial vehicles is currently being tested by the Western armed forces. Besides them, in several countries, developments are being conducted in order to realize this ambition. This article describes three equipment of this category: two American rotary wing UAVs and one Chinese fixed wing drone.

**KEY WORDS:** unmanned aerial vehicle, air supply, robotized helicopter, cargo UAV, Kaman K-Max, Northrop Grumman MQ-8, AT200

\* Mérnök, a Haditechnikai Intézet ny. tanácsosa, a Haditechnika folyóirat korábbi szerkesztője, ORCID: 000-0002-2008-7997





2. ábra. A Kaman K-Max robothelikopter kísérleti példánya, teheremelő sodronnyal



4. ábra. A 2006-os Chengdu-i kiállításon bemutatott AT200-as teherszállító robotrepülőgép modell. Az első futószárnál guggoló férfi jól mutatja a gép méretét



3. ábra. Egy Kaman K-Max kísérleti példánya teheremelés közben



5. ábra. Számítógépes grafika az újzélandi PAC P-750 XSTOL repülőgépről. A gép sarkányát felhasználva fejlesztették ki az AT200-as kínai teher-UAV-ot. A képen jól látható a tehertér, a has alatti gondola és felhasználásuk opciós lehetőségei

2017. október 26-án végezte el első felszállását az AT200 típusjelű kínai UAV repülőgép a Senhszi tartományban fekvő gyár repülőteréről. Ez a világ első ismert, nagy méretű pilóta nélküli teherszállító robotrepülőgépe. Hivatatosan a Kínai Tudományos Akadémia Termofizikai Intézete fejlesztette ki. (Az alapgép az új-zélandi PAC P-750 XSTOL repülőgép volt.) Egyelőre hangsúlyozottan polgári jellege van, lajstromjele B-10HE. Ami ismert róla: hossza 11,84 méter, fesztávolsága 12,4 méter, maximális felszálló tömege 3400 kg, elvileg a hasznos teher 1500 kg, a rakodótér 10 m<sup>3</sup>-es. Repülési idő 8 óra lehet, hatótávolsága több mint 2000 km. Légcsavaros gázturbinával rendelkezik, amelynek típusa: Pratt & Whitney Canada PT6A, teljesítménye 750 LE. A futómű behúzható. A has alatti konténer szerepe ugyancsak ismeretlen. Angol szakirodalmi adatok szerint a Dél-kínai-tengeren a korallzátonyokra épített mesterséges szigetek ellátására szánják.

#### FORRÁSOK

- [1] A Fire Scout forgószárnyas UAV eszköz csatlakozik a hadsereghez. Aviation Week & Space Technology 2003. október, 66. o.;
- [2] Turcsányi Károly – Hegedűs Ernő: A légideszant II., 1945–2010. Debrecen, Puello Kiadó, 2011. 231 p.

tésben lennének szállíthatók, s az UAV programozható lenne az utánpótlás bármely megadott helyre és időben történő lerakására, vagy ejtőernyős ledobására. A Fire Scout UAV további alkalmazását a szárazföldi vagy tengeri kutató-mentő feladatok végrehajtása képezi, túlélést biztosító felszerelések ledobásával. [2]

(Fotók a szerző gyűjteményéből)

Vincze Gyula\*

# Török harckocsiveszteségek Észak-Szíriában

2016. decembere óta különböző internetes fórumokon és a YouTube csatornán olyan kép- és videó tartalmak jelentek meg, amelyek a 2016. augusztus 24-én indított Eufráteszi Pajzs fedőnevű török hadműveletben kilőtt harckocsikról és más páncélozott gyalogsági harcjárművekről tudósítanak. A hadművelet hivatalos célja az Iszlám Állam nevű terrorszervezet legyőzése és Rakka város felszabadítása volt. A valódi cél azonban feltehetően annak a megakadályozása lehetett, hogy a keletről előrenyomuló kurd milíciák – miután átkeltek az Eufrátesz folyón és elfoglalták a szíriai Manbidzs tartományt – egyesülhessenek a szíriai Afrin régiót uraló nyugati kurd felkelőkkel, ezzel egybefüggő kurd fennhatóságot létrehozva Törökország déli határán. Mivel a művelet kezdete után az ellenállás érzékelhetően nem csökkent, sőt erősödött, 2016 novemberében a török vezetés Al-Bab város térségébe két harckocsizászlóaljat vezényelt több mint 80 harckocsival, köztük Leopard 2A4 és M-60T típusú harckocsikkal, valamint FNSS IFV páncélozott gyalogsági harcjárművekkel. A harckocsikat elsődlegesen a régió magaslatain, statikus

1. ábra. Irányított páncéltörő rakétával megsemmisített török Leopard 2-es az észak-szíriai Al-Bab térségében



2. ábra. A megsemmisített Leopard 2-es lövegtornya

tüzérségként alkalmazták. Néhány jármű több napig ugyanabban a tüzelőállásban maradt, lehetőséget nyújtva az Iszlám Állam harcosai és a kurd fegyveresek számára, hogy páncéltörő rakétaikkal rejtve, jól álcázott tüzelő pozíciókat foglalhassanak el.

Az iszlamista és a kurd milíciák igen hatásos harckocsi-elhárító rakétákkal, amerikai gyártmányú TOW-2A, valamint orosz fejlesztésű 9K135-ös Kornet és 9K911-es Fagot irányított páncéltörő rakétákkal rendelkeztek. Jóllehet Al-Bab város térsége viszonylag nyílt terep, a páncélelhárító csoportok számára azonban az épületromok és törmelékek mögött – a harckocsiktól hátra és oldalirányban – mégis elégséges fedezékül szolgált.

Több internetes portálra feltöltött kimutatás szerint 2016 decemberében az Iszlám Állam harcosai tíz napon belül összesen tíz török Leopard 2-es harckocsit és további páncélozott harcjárműveket semmisítettek meg, vagy ejtettek zsákmányul. A tíz kilőtt harckocsi veszét egyaránt okozták orosz Kornet és amerikai TOW irányított páncéltörő rakéták, amelyek az oldalsó páncélzat átütésével képesek a harckocsik harc képtelenné tételére. Öt járművet páncéltörő rakéta ütött át, három jármű akna- vagy IED-

**ÖSSZEFOGLALÁS:** Törökország a 2016-os Eufráteszi Pajzs fedőnevű hadművelet során az iszlamista és a kurd milíciák ellen kiegészítő páncélvédelem nélküli Leopard 2A4-es harckocsikat is bevetett. Az Iszlám Állam harcosai tíz napon belül összesen tíz török Leopard 2-es harckocsit és további páncélozott harcjárműveket semmisítettek meg, vagy ejtettek zsákmányul. Tíz feltételezhető ok közül hat az orosz gyártmányú 9K135 Kornet, és az amerikai fejlesztésű TOW-2A páncéltörő-rakétarendszer hatásosságával kapcsolatos.

**KULCSSZAVAK:** Leopard 2A4 harckocsi, 9K135 Kornet páncéltörő rakéta, TOW-2A páncéltörő rakéta, hőkamerás irányzék, ITAS célfelderítő rendszer, Trophy aktív páncélvédelmi rendszer, AMAP-ADS aktív páncélvédelmi rendszer

**ABSTRACT:** In the course of operation Euphrates Shield in 2016, Leopard 2A4 tanks without auxiliary armour protection were also deployed by Turkey against Islamic and Kurdish militias. Within ten days, warriors of the Islamic State destroyed or captured ten Turkish Leopard 2 tanks in total and additional armoured fighting vehicles. Presumably, 6 out of ten were lost because of the insufficient efficiency of the Russian 9K135 Kornet and the American TOW-2A anti-tank missile systems.

**KEY WORDS:** Leopard 2A4 tank, 9K135 Kornet anti-tank missile, TOW-2A anti-tank missile, thermal sight, ITAS target acquisition system, Trophy active protection system, AMAP-ADS active protection system

\* Nyá. mérnök alezredes. ORCID: 0000-0002-3732-4573

robbanás miatt, további egy jármű aknavető- vagy rakétatalalat következtében semmisült meg. Egy jármű – amelyet az iszlamisták később felrobbantottak – futóműsérülést szenvedett. Az internetre feltöltött képek tanúsága szerint a páncéltörőrakéta-találatok túlnyomórészt a harckocsi-lovegtornyok kevésbé páncélvédett oldalát vagy hátulsó részét érték. A rendelkezésre álló képanyag alapján a harckocsi-sérülések elemzését-kiértékelését nehezíti az a körülmény, hogy utólag nem lehet hitelesen megállapítani, milyen sérüléseket okoztak az elsődleges, és milyeneket a másodlagos – a török légierő, vagy az ISIS-harcosok általi – behatások. Internetes források tudni vélik, hogy a török légierő utólag bombázott, sőt rakétacsapással teljesen megsemmisített néhány könnyebben sérült Leopard 2-es harckocsit, nehogy az ellenség zsákmányává váljon. Két darab harckocsi holléte tisztázatlan.

Szakmai körökben az Eufráteszi Pajzs hadművelet befejezése óta polemizálnak az Al-Bab környéki Leopard veszteségek okairól. Tíz ok közül hat az orosz gyártmányú 9K135 Kornet (NATO-kódja AT-14 Spriggin) lézersugaras irányítású páncéltörő-rakétarendszerrel függ össze, amelyet 1994-ben a KBP Instrument Design Bureau vállalat mutatott be. Több mint 15 ország hadseregében rendszeresítették. A Kornet páncéltörő rakétarendszer indítóberendezésből (irányék-rávezető műszerből, rakétacélzó-, irányzó- és indítószervezetből), hőkamerás irányék-ből, rakétából, valamint rakétaszállító- és indítókonténerből áll, amelyet kétfős kezelőállomány szállít és telepít. Az indítóberendezés Metisz-2-es típusú hőkamerás irányéka napszaktól független irányíthatóságot biztosít, jóllehet a rendszer hatótávolsága ködben és párákban 2,5 km-re csökken. A Kornet páncéltörő-rakétarendszer indítószervezete automatikus töltőszervezettel kiegészítve könnyen telepíthető szárazföldi, vízi- vagy légi hordozókra. Készletébe kétfajta rakéta, harckocsik és páncélozott járművek ellen 9M133-1 tandem robbanófejű, más kemény célok (például erődítmények) ellen 9M133F-1 termobárikus robbanófejű szerelt bunkerromboló rakéta tartozik. A tandem robbanófejű rakéta rendkívül hatékony nehéz páncélozott célok ellen. Képes reaktív védelemmel ellátott, 1000-1200 mm-es hengerelt homogén páncélt akár 5500 méter távolságról indítva átégetni. Számos, a YouTube csatornára feltöltött videó bizonyítja, hogy az amerikaiak 2003-as iraki inváziója során az irakiak Kornet rakétákkal amerikai Abrams M1A1 harckocsikat és M2 Bradley páncélozott harcjárműveket semmisítették meg. A 2006-os izraeli-libanoni háborúban nagyszámú izraeli Merkava harckocsit ért rakétatalálat. A 2014-es gázai konfliktusban Hamasz fegyveresek támadtak Merkavákat Kornet típusú páncéltörő rakétákkal. A 2016-ról 2017-re átnyúló, ezen írás alappondolatlául szolgáló Eufráteszi Pajzs hadműveletben ISIS harcосok szintén Kornet rakétákkal pusztítottak el török Leopard 2-es harckocsikat és további páncélozott harcjárműveket.

Az Al-Bab környéki páncélos veszteségek másik felelőse az amerikai gyártmányú, huzalvezérelésű TOW-2A páncéltörő-rakétarendszer, amelyet 1980-tól a Hughes Aircraft Company, 1997-től a Raytheon Systems Company gyárt. Egyike a két legszélesebb körben (a világ 45 hadseregében) rendszeresített irányított páncéltörő-rakétafegyvereknek.

A TOW rendszer indítóállványra szerelhető, újrahaználható vetőcsőből, rakétacélzó-, irányzó- és indítóegységéből, optikai irányékből, rakétairányító egységéből, akkumulátoros tápegységéből, hőkamerából és rakétából áll. Legújabb verzióját ITAS (improved target acquisition system) célfelderítő rendszerrel egészítették ki, amelyhez meggyőző teljesítményű infravörös kamera társul. Az ITAS hőérzékelő segítségével a kezelő akár a 10 km-re lévő jár-



3. ábra. Kornet páncéltörőrakéta-indítás hevenyészett fedezékből

műveket is képes észlelni. A rakéta földi indítóállványról, harcjárműről, illetve helikopter-fedézlétről egyaránt alkalmazható. A TOW rendszer harckocsik és páncélozott harcjárművek ellen BGM-71E tandem robbanófejű, más kemény célok (például bunkerek, fedezékek) ellen BGM-71H termobárikus robbanófejű szerelt rakétákkal van ellátva. A rakéták tandem robbanófeje akár 3750 méter távolságból is képes átütni a reaktív védelemmel ellátott 900 mm vastag homogén páncélt. Harci hatékonyságát jelzik az iraki-iráni háború, az 1991-es öbölháború, a 2003-as iraki háború, valamint a 2011 óta tartó szíriai polgárháború T-54-es, T-62-es és T-72-es harckocsi-veszteségei.

A török Leopard 2-es harckocsiveszteségek kapcsán szakmai blogok vezetési hiányosságokról, a harckocsik alkalmazásának törökök által elkövetett hibáiról is írnak. Kétséges, hogy az ellenséges páncélosok elleni harcra – több mint harminc évvel ezelőtt, még a hidegháború idején kifejlesztett – 60 tonnás Leopard 2-es harckocsik kiegészítő páncélvédelem nélkül alkalmasak-e városharcra, amely egyre gyakoribb napjaink fegyveres konfliktusaiban. Az oroszok például 1994-ben, a csecsen háború idején Groznijban katasztrofális páncélos veszteségeket szenvedtek el, miután a csecsenek páncéltörő rakétákkal módszeresen kilőtték a harckocsioszlopok első és utolsó járművét, majd megsemmisítették a csapdába rekedt orosz erőket. Médiahírek szerint 24 óra alatt 20 harckocsi és 102 BMP semmisült meg. A 2006-os izraeli-libanoni konfliktusban izraeli források szerint 52 Merkava harckocsi sérült meg, ebből 22-öt lőtték ki Kornet, Metis és RPG-29-es páncéltörő rakétákkal, egyes esetekben a 900 mm-es pán-

4. ábra. Alkalmasan kiválasztott Kornet páncéltörőrakéta-tűzelőállás városharcban





5. ábra. TOW-2-es páncéltörőrakéta-indítás sík terepen

célt is átütve. A Hezbollah harcosok ismerhették, melyek a Merkavák páncéltáncának gyenge pontjai.

A páncéltörő rakéták meglepő eredményessége és az a körülmény, hogy a kumulatív hatású lövedékek átütő képessége az ezredfordulóra annyira megnőtt, hogy az páncélvastagság növeléssel már nem volt ellensúlyozható, extra lökést adott az aktív páncélvédelmi rendszerek fejlesztésének. Tény, hogy a szovjet-orosz fejlesztéseket alapul véve Izrael, az Egyesült Államok, Oroszország és Németország felgyorsította saját hard kill aktív védelmi rendszerei kifejlesztését és rendszerbe állítását. Izrael Trophy, illetve Iron Fist névre, az USA Quick Kill-re, Oroszország Aréna-E-re, Németország AMAP-ADS-re keresztelte saját rendszereit. Az izraeli fejlesztések eredményeként 2009 óta az izraeli Merkava IV harckocsik már hatásos Trophy hard kill aktív páncélvédelmi rendszerrel ellátva gördülnek le a gyártósorokról. Ez a lövegtoronyba integrált, a harckocsi körül félgömb alakú védőburkot képező védelmi rendszer radarokból, tűzvezető számítógépből és a torony kerületére szerelt védőtöltet-kivető egységekből áll. A radarok munkáját infravörös érzékelők segítik, amelyek detektálják az ellenséges páncéltörő rakéta (vagy gránát) indítását, és aktiválják a védelmi mechanizmust. A tűzvezető számítógép azonosítja a célt, repülési paramétereit alapján meghatározza az elfogási pont helyét, majd kivet egy repesztöltetet az elfogási pont irányába repülő cél elé. A töltet felrobbanásakor keletkező sűrű repeszfelhőben a rakéta robbanófeje a harckocsitól mintegy 10-30 méter távolságban megsemmisül, vagy átütőereje lényegesen lecsökken. Persze ezzel egy időben a harckocsi közelében

6. ábra. Gépjárműplatóra szerelt TOW-2-es páncéltörőrakéta-állvány



7. ábra. Ezt a kiegészítő páncélvédelem nélküli Leopard 2-est a torony hátsó részén érte a rakétatalálat, de kisebb sérüléssel működőképés maradt



8. ábra. Termobárikus robbanófejjel szerelt, fel nem robbant Kornet rakéta

tartózkodó katonák közül akár 20 fő is megsebesülhet, vagy meghalhat. (Városharc során alig elképzelhető ugyanis, hogy abban kizárólag páncélos eszközök, azaz harckocsik, vagy páncélozott harcjárművek vegyenek részt, tényleges gyalogsági fedezet nélkül.)

A fejlesztések és korszerűsítések hatékonyságának mindenkor fokmérője persze a soron következő háborús események. A Hamász és Izrael között 2014 nyarán Gázában kitört fegyveres konfliktus során például az izraeli Merkava harckocsik „Trophy” aktív páncélvédelmi rendszereikkel közel 15 páncéltörő rakétát semmisítettek meg, közülük a legtöbb Kornet és Konkurs típusú volt. (A Trophy-k radarképernyője azt is kijelzette, honnan indították a rakétákat vagy gránátokat, hogy a harckocsik viszonyozhassák a tüzet.)

9. ábra. Merkava IV-es lövegtoronyára szerelt Trophy páncélvédelmi rendszer közeli képe. Balra fent a repesztöltet-kivető egység, középen a négy radarantenna egyike



1. táblázat. A 9K135 Kornet páncéltörő rakéta főbb műszaki adatai

Rakétahosszúság	1200 mm
Rakétaátmérő	152 mm
Rakétatömeg	26 kg (konténerrel együtt 29 kg)
Robbanótöltet-tömeg	4,6 kg
Rakéta-szárnyfesztávolság	460 mm
Rakétasebesség	250 m/s
Rakéta-hatótávolság	100–5500 m
Elméleti páncéltűrő képesség	1000–1200 mm

2. táblázat. A TOW-2-es páncéltörő rakéta főbb műszaki adatai

Rakétahosszúság	1410 mm
Rakétaátmérő	152 mm
Rakétatömeg	22,6 kg
Robbanótöltet-tömeg	5,9 kg
Rakéta-szárnyfesztávolság	460 mm
Rakétasebesség	278–320 m/s
Rakéta-hatótávolság	65–3750 m
Páncéltűrő képesség	900–1020 mm

3. táblázat. A Leopard 2A4-es főbb műszaki jellemzői

Tömeg	55,4–62,5 t
Hosszúság	9,67 m
Szélesség	3,77 m
Magasság	2,64 m
Motor	MTU MB 873 diesel
Motorteljesítmény	1100 kW
Maximális sebesség	72 km/h
Hatótávolság	450 km
Páncélzat	Harmadik generációs négyrétegű Chobham kompozit páncél
Fegyverzet	120 mm-es sima csövű ágyú és két darab 7,62 mm-es MG3 géppuska

A DSR Technologies és az izraeli Rafael Advanced Defense Systems együttműködésének eredményeként, 2014-ben az amerikai hadsereg megkezdte a Trophy páncélvédelmi rendszer (és könnyített változata) kipróbálását. Azóta számtalan Trophy rendszerrel ellátott Abrams harckocsi és Stryker páncélozott szállító harcjármű tűnik fel internetes videókon. Úgy tűnik, az Egyesült Államok szárazföldi haderőneme lesz a második Trophy felhasználó a világon.

A Business Insider Deutschland internetes oldalon, 2018 márciusában közölt információ szerint – feltehetően az észak-szíriai Al-Bab város környéki harcokban kiegészítő páncélvédelem hiánya miatt elszenvedett Leopard 2-es

veszteségek miatt – a török felső vezetés úgy döntött, hogy a német Rheinmetall vállalatától első ütemben 100 darab Leopard 2-esre AMAP-ADS (a Trophy-nál állítólag korszerűbb) aktív páncélvédelmi rendszert szerez be. Az AMAP-ADS Svédországban AAC, Franciaországban Shark néven ismert. Még nincs adat az árról, amely valószínűsítően egy közepes, kétszámjegyű milliós tétel lehet.

## FORRÁSOK

Er galt als unzerstörbar: In Syrien ging offenbar der Leopard-Mythos ...  
[https://www.focus.de/.../schwachstelle-entdeckt-verluste-in-syrien-ein-;](https://www.focus.de/.../schwachstelle-entdeckt-verluste-in-syrien-ein-)  
 Leopard in Syrien: Deutschlands Vorzeigepanzer unterliegt im Kampf ...  
[www.faz.net](http://www.faz.net) › Politik › Ausland;  
 Panzerverluste in Nordsyrien – Lessons Learned von Rolf Hilmes  
 Europäische Sicherheit & Technik Februar 2018;  
 Syrien: Leopard-2-Verluste kratzen am deutschen Panzer-Mythos ...  
<https://www.welt.de> › Wirtschaft;  
 Darum werden so viele Panzer in Syrien und Irak abgeschossen ...  
[https://www.stern.de/.../darum-werden-so-viele-panzer-in-syrien-und-;](https://www.stern.de/.../darum-werden-so-viele-panzer-in-syrien-und-)  
 Syrien: Zehn deutsche Panzer in Al-Bab verbrannt - Sputnik ...  
[https://de.sputniknews.com/.../20161227313942932-syrien-tuerkei-p-;](https://de.sputniknews.com/.../20161227313942932-syrien-tuerkei-p-)  
 Bewertung der türkischen Leopard 2 – Verluste in Nordsyrien  
[https://www.panzertruppe.com/.../nr-56-2017.html?..;](https://www.panzertruppe.com/.../nr-56-2017.html?..)  
 AT-14 (Spriggan) / 9M133 (Kornet) Anti-Tank Guided Missile (ATGM ...  
[https://www.militaryfactory.com/smallarms/detail.asp?smallarms\\_id-;](https://www.militaryfactory.com/smallarms/detail.asp?smallarms_id-)  
 The Better Wiki - 9M133 Kornet  
[https://thebetter.wiki/en/9M133\\_Kornet-;](https://thebetter.wiki/en/9M133_Kornet-)  
 TOW-2A vs. T-90: Detailed Analysis - SouthFront  
[https://southfront.org/tow-2a-vs-t-90-detailed-analysis/;](https://southfront.org/tow-2a-vs-t-90-detailed-analysis/)  
 US produced TOW 2A ATGWs in Syria – Armament Research Services  
[armamentresearch.com/us-produced-tow-2a-atgws-in-syria/;](http://armamentresearch.com/us-produced-tow-2a-atgws-in-syria/)  
 Schutzsystem für Leopard-Panzer: Nicht nur Erdogan will es - DBwV  
[https://www.dbwv.de/.../schutzsystem-fuer-leopard-panzer-nicht-nur-;](https://www.dbwv.de/.../schutzsystem-fuer-leopard-panzer-nicht-nur-)  
 9M133 Kornet - IPFS  
[https://ipfs.io/ipfs/.../wiki/9M133\\_Kornet.html-;](https://ipfs.io/ipfs/.../wiki/9M133_Kornet.html-)  
 Merkava : Battle Royale 2006 - Had- és rendvédelem-történe, kicsit ...  
[lemil.blog.hu/2014/05/12/merkava\\_battle\\_royale-;](http://lemil.blog.hu/2014/05/12/merkava_battle_royale-)  
 anti-tank guided missile (USA) - BGM-71 TOW - Military Periscope  
[https://www.militaryperiscope.com/mdb-smpl/.../w0003228.shtml-;](https://www.militaryperiscope.com/mdb-smpl/.../w0003228.shtml-)  
 TOW 2 (Panzerabwehrlenkwaffe) - Deutsches Heer  
[www.deutschesheer.de/;](http://www.deutschesheer.de/)  
 Somkuti Bálint: Groznij két ostroma - biztonságpolitika.hu  
[old.biztonsagpolitika.hu/.../1336342971\\_SOMKUTI\\_Balint\\_Groznij\\_ket\\_ostroma-;](http://old.biztonsagpolitika.hu/.../1336342971_SOMKUTI_Balint_Groznij_ket_ostroma-)  
 Erdoğan will unbedingt eine bestimmte Waffentechnik aus ...  
[https://www.businessinsider.de/erdoan-will-unbedingt-eine-bestimmte.](https://www.businessinsider.de/erdoan-will-unbedingt-eine-bestimmte-)

(Fotók a szerző gyűjteményéből.)

Szmolnik Laura\*

# A nanotechnológia hatása a robotika és a katonai robotok fejlődésére

**A** XXI. századi technológiai fejlődés a tudomány minden egyes területére hatással van, amelynek köszönhetően folyamatosan jelennek meg a korszerű technikai megoldások alkalmazására épülő új, kiaknázásra váró tudományterületek. Ami pár évtizeddel ezelőtt még csak a tudományos fantasztikus művek világában létezhetett, az napjainkra valósággá vált vagy a közeljövőben azzá válhat. A mai modern technológiák már olyan műszaki alapokon nyugszanak, melyek évekkel, évtizedekkel ezelőtt még úttörőnek számítottak a tudomány világában. Ide sorolható például a számítógép-technológia fejlődése, a számítási és adattároló kapacitások rohamos növekedése, az információ-továbbítás sebességének emelkedése és nem utolsósorban az elektronikai alkatrészek méretének csökkenése, integráltságának növekedése. Ezen területeket egyaránt forradalmasítva született meg a nanotechnológia, amely számos vívmányával, különböző újabbnál újabb eredményeivel, ezen belül pedig új módszerekkel bővítette a tudomány és technika eszköztárát. Egy másik aranykorát élő tudományág a robotika, amely eredménytermékein keresztül napjainkra szinte teljesen beszívargott minden napjainkba, otthonunkba, munkahelyünkre, illetve hatást gyakorolt más tudományos területekre.

A robotika fejlődése során, más területeken létrehozott technológiák is egyre nagyobb arányban kerültek, kerülnek és kerülhetnek integrálásra, mint például a nanotechnológia, vagy a kvantumtechnológia. A korszerű robotok, ezek eredményeinek felhasználásával több szempontból is hatékonyabbak, eredményesebbek lehetnek, míg alkalmazási lehetőségeik spektruma tovább szélesedhet. A különböző technológiák ötvözésével, kombinált felhasználásával minden korábbinál realiztikusabb humanoid robotok is létrejöhetnek, de az egyes kapcsolódó részterületeken is új lehetőségek nyílnak, mint például az energiatárolók fejlesztése, a robotok mozgáskoordinációjának javítása, vagy akár az adatkapcsolatok sebességének növelése.

Sokan azt feltételezik, hogy egy idő után a technika a nanotechnológia segítségével sem lesz már képes kisebb alkatrészeket, így egyre kisebb eszközöket gyártani.

Ugyanakkor az átlagemberek számára már az is elképzelhetetlennek tűnik, hogy az anyagok elemi részecskékre történő felbontásával és szerkezetük „újraépítésével”, átalakításával új anyagok hozhatók létre. Ennek ellenére a napvilágot látó publikációk tanúsága szerint a nanotechnológia aranykorát éli, sorra jelennek meg a területen kiaknázásra váró eljárások, az ezek segítségével megvalósított újítások, amelyek aztán újabb kutatásokat generálnak és újabb alkalmazási lehetőségek megjelenéséhez vezetnek.

A nanotechnológia előnyei közül, a katonai alkalmazások szempontjából is kétségtelenül a méretbeli csökkentés, és az ellenálló képesség növelésének lehetősége az egyik legjelentősebb, amely jelentősen megnöveli a haditechnikai eszközök tervezésének szabadságfokát, hiszen a fizikai mérettel többek között csökken a tömeg és az energiaszükséglet, valamint fokozható a berendezések integráltsági foka, komplexitása és védelme, ezáltal elősegítve a mobilitás fokozását, új funkciók kialakításának lehetőségét, valamint a redundancia növelésével a berendezések megbízhatóságát.

## A NANOTECHNOLÓGIA ÉS ROBOTIKA KAPCSOLATA

A nanotechnológia – mint az anyagtudományok egyik kiemelt területét képviselő tudomány – folyamatos fejlődése új dimenziókat nyitott meg az elmúlt évtizedekben. Számos olyan újítást, eszközt, alkatrészt vagy akár módszert hoztak létre segítségével, amely forradalmasított több más tudományterületen zajló kutatást. Kiemelendő ezek közül az orvostudomány, ahol nagyszámú nanotechnológián alapuló szerkezet, gyógyszer vagy akár élő sejt került megalkotásra, amelyek segítségével a tudósok olyan világméretű problémákra keresnek hatékony megoldást, mint a rák gyógyítása, a műtétek invazivitásának csökkentése, vagy a teljesítőképeség növelése. A másik említést érdemlő, és mindenki számára jól látható terület az elektronika. Kezdve a legegyszerűbb alkatrészekről (kondenzátorok, ellenállá-

**ÖSSZEFOGLALÁS:** A XXI. századi technológiai fejlődés számos modern tudományt hívott életre a kutatások során. Ilyen tudományág például a nanotechnológia és a kvantumtechnológia. De mi történik akkor, ha egy régebbre gyökerező, azonban jelentős mértékben fejlődő tudományággal alkot fúziót egy ilyen modern tudományág? Az erre a kérdésre adható potenciális válaszokkal szolgál a cikk, amely a katonai területen zajló jelenlegi eredményekre és perspektívákra elképzelésekre mutat a nanotechnológia és robotika kapcsolatára specializálódva.

**KULCSSZAVAK:** nanotechnológia, robotika, modern tudomány, nanorobot, szén nanocső

**ABSTRACT:** Technological progress in the 21st century established many modern disciplines in the course of research activities. Such disciplines include nanotechnology and quantum technology. But what happens if such a modern discipline merges in a more ancient, but highly evolving discipline? The article provides potential answers to this question, pointing to current results and perspectives in the military field, particularly to relation between nanotechnology and robotics.

**KEY WORDS:** nanotechnology, robotics, modern science, nanorobot, carbon nanotube

\* Hadnagy. MH 59. Szentgyörgyi Dezső Repülőbázis, ORCID: 0000-0002-7358-8875

sok) a bonyolultabb elektronikai eszközökig (speciális akkumulátorok, tranzisztorok, chipek, szenzorok), egyre nagyobb szerepet kap a nanotechnológia, amelynek pozitív hatása többek között a különböző eszközök miniatürizációján keresztül realizálódik. A fentiek eredményeihez is közvetlenül kapcsolódva a robotika az a tudományterület, amelynek csaknem minden részterületén felhasználhatóak a nanotechnológia vívmányai. Nem véletlen tehát, hogy ez az a két terület, amelynek kutatásába és fejlesztésébe majdnem minden fejlett, vagy fejlődő ország igyekszik befektetni. E két tudomány összefonódásának köszönhetően olyan eszközök és módszerek alakulhatnak ki a jövőben, amelyek óriási előrelépést jelenthetnek a tudomány világában, a haditechnikában, majd később a mindennapi élet szintjén is.

### NANOROBOTOK NAPJAINKBAN

A nanotechnológia és robotika direkt fúziójából született meg a „nanobot” fogalom, amely a 100 nanométernél kisebb eszközökre használatos. Ezek alkalmazására számtalan futurisztikus, filmből illő ötlet született meg, amelyek nagy része azonban valóban csak a filmvásznon létezik, és semmilyen tudományos alapra nem támaszkodik. Több kutató is tett már olyan nyilatkozatokat, amely szerint 2030-ra az agyunk felhő alapú tárhellyel fog rendelkezni, ami – elméletben talán megvalósítható –, a gyakorlati alkalmazások lehetőségétől ezek a tervek azonban még messze állnak. [1] A nanobotok tervezése a gyakorlatban ma még kimondottan bonyolult és jelenleg is folyamatos kutatás alatt álló terület.

A XXI. századi orvostudomány ugyanakkor hatalmas előrelépésnek tekinti a nanotechnológia becsatornázását a gyógyításba, vagy az emberi képesség dimenzióinak kiterjesztésébe. Jelenleg is zajlanak olyan kutatások a témában, amelyek során a fő hangsúlyt a parányi méretű, testben alkalmazható robotok kifejlesztésére helyezik. Az idén nyilvánosságra hozott változat egy rizsszem méretű, körülbelül 4 mm hosszú miniatűr robot, amely hernyószerű, mégis komplex mozgássorozatok végrehajtására képes.

A hernyószerű mozgás mellett képes járni, csúszni, ugrani, sőt úszni is, vagy képes akár mindenféle probléma nélkül nedves környezetből szárazba, vagy szárazból nedvesbe átjutni. A robot különlegessége, hogy nincsenek végtagjai, amelyek a mozgását segítenék, hanem a kutatók által keltett mágneses mező változtatásával tudják befolyásolni a szerkezetet felépítő részecskék orientációját, ezáltal mozgásra bírva azt. A cél, hogy a miniatűr robot képes legyen az emberi testben mozogni és navigálni, ezáltal például elérhetetlennek tűnő helyekre képes lenne gyógyszereket eljuttatni, feltéve, hogy képessé válik a gyógyszerek fogására, szállítására majd a megfelelő helyen való elengedésére. Eddig még csak mesterséges gyomorszöveten és csirkeszöveten tesztelték, de a kutatók pozitívan állnak hozzá a későbbi emberi testben való alkalmazás lehetőségéhez is. Az 1. ábrán a robot mozgását figyelhetjük meg. [2]

### A NANOTECHNOLÓGIA ALKALMAZÁSI TERÜLETEI A ROBOTIKÁBAN

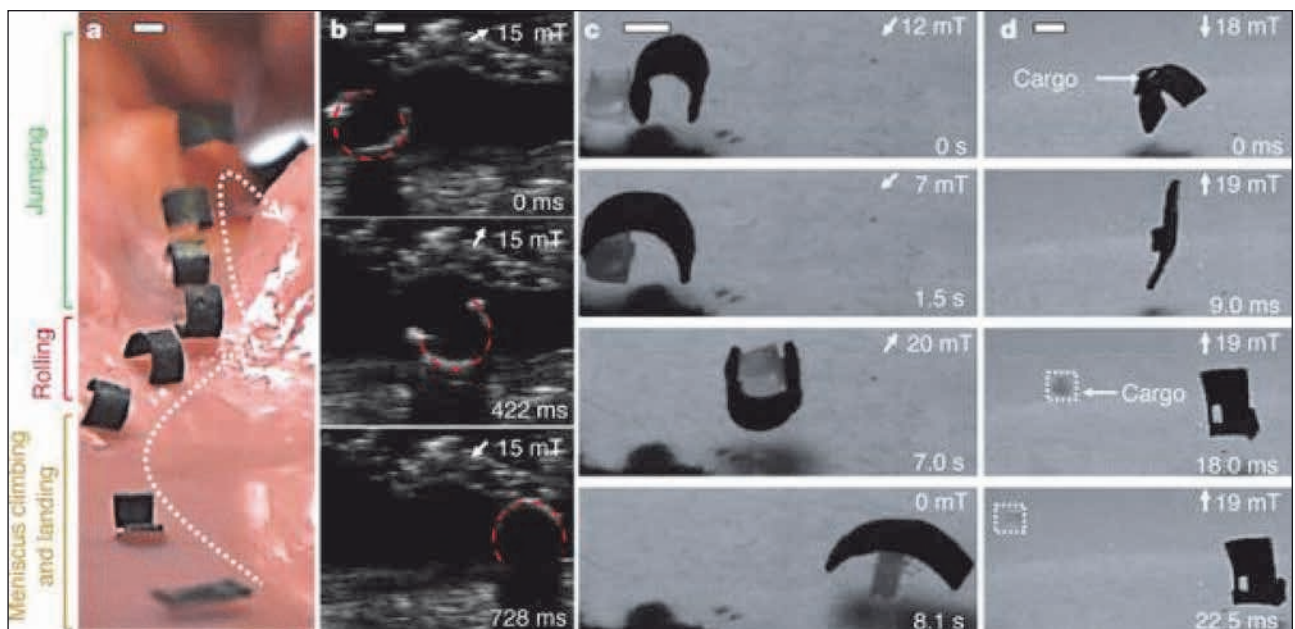
Az orvostudományon kívül máig nem alkottak még más területeken nanoméretű robotokat, így a nanotechnológia és robotika kapcsolatának vizsgálatát más szempontból érdemes elvégezni. A két terület kapcsolódási pontjai a következők lehetnek:

- energiatárolás hatékonysága;
- szerkezeti elemek fizikai tulajdonságainak javítása;
- a mozgás dinamikájának javítása;
- szenzorrendszerek hatékonysága;
- adatfeldolgozás és továbbítás sebessége;
- alkatrészek méretének, tömegének csökkentése.

### ENERGIATÁROLÁS

Soha nem volt még akkora igény olcsó és a korábbiaknál nagyobb teljesítményű akkumulátorokra, mint napjainkban, hiszen az életünknek egyre nagyobb arányban válnak részévé a korszerű mobil technikai eszközök, amelyek működéséhez elengedhetetlenek a mobil áramforrások.

1. ábra. A miniatűr robot és mozgása



Egy robot szempontjából is igen fontos kérdés az energiatároló-képesség minél magasabb szintre emelése, hiszen ez alapjaiban határozza meg az egy feltöltéssel elérhető üzemidőt. Már a robot „agyát” jelentő számítógépes feldolgozó egység is jelentős energiát használ fel működése során, ugyanakkor ezen felül természetesen minden más működési funkció, a fizikai helyváltoztatás feltételeinek biztosítása is igényli a stabil és tartós áramforrást. Elmondható tehát, hogy az energiatárolók kapacitásának növelése, működésük optimalizálása kiemelt feladat, sőt kritikus kérdéskör a robotikai fejlesztések területén. Erre a problémára a nanotechnológia többféle megoldást is kínál. A robotok esetében fontos az energiatárolók (akkumulátorok) méretének csökkentése, amellyel többek között a mozgás dinamikája is javítható, hiszen kisebb teher van jelen a roboton, és annak elhelyezése tekintetében nagyobb lesz a tervezés szabadságfoka. Továbbá lényeges az akkumulátorok kapacitásának növelése, mivel az egyre komplexebb és több feladatot ellátó rendszereknek több energiára van szüksége. A nanotechnológián alapuló akkumulátorok mindkét területen javíthatnak a rendszer működési paraméterein. Az Egyesült Államok élen jár a nanotechnológiai kutatásokban és fejlesztésekben, így az akkumulátorfejlesztés sikeres termékei leggyakrabban amerikai kutatók nevéhez fűződnek. A Marylandi Egyetem kutatóinak sikerült egy olyan akkumulátort fejleszteniük, amely egy bélyegméretű, ultravékony kerámiából áll. Ez egymilliárd apró, hálózatba kötött lyukat tartalmaz, ezekben valósul meg az elektromos energia tárolása. A rendszer igen rövid idő alatt (kb. 12 perc) alatt feltölthető, és ezer töltési ciklust bír az akkumulátor kapacitásának jelentősebb romlása nélkül. A gyors töltést az teszi lehetővé, hogy méretéből adódóan a töltéseknek nagyon rövid távokat kell megtennie az anyagban. [3] A mai akkumulátorok többségében a villamos energia kémiai energia formájában tárolódik. Ezekben az energiatárolókban az anód grafitból készült, míg a nanotechnológián alapuló akkumulátorokban a grafitot egy szilícium nanorészecskéket tartalmazó szén kompozittal helyettesítik. Ez a nanokompozit nem tartozik a költséges anyagok közé, hiszen egy önszervező, bottom-up technológiával készül, amely mellett, hogy egyszerű, költséghatékony is. Az így létrehozott anódok felülete, azonos térfogat mellett akár ötszörösére növelhető a hagyományos grafit anódhoz képest, így az akkumulátor terhelhetőségének növelését, illetve a feltöltés gyorsítását is el lehet érni. [4] Szintén az Egyesült Államok területén, a Stanford Egyetemen egy kutatócsoport egy tisztán lítiumos akkumulátoron dolgozik, amelyben az elektroliton túl az anód is lítium ionokból áll. Ezzel a fejlesztéssel kezdetben egy jelentős probléma adódott, mivel az anyag a töltődés közben jelentős táguláson megy keresztül. Ennek a jelenségnek a kezelése mindamellett, hogy komoly nehézséget okozott, rongálja az akkumulátor hatékonyságát és csökkenti élettartamát. Ezt a nehézséget végül sikerült áthidalni a kutatóknak, és 1-2 éven belül piacra kerülhet az új áramforrás, aminek használatával okostelefonjaink egy feltöltéssel akár háromszor hosszabb ideig működhetnek majd, míg az elektromos járművek hatótávolsága akár háromszorosára is növekedhet. [3] Ezek a nanotechnológián alapuló akkumulátorok a jövőben új lendületet adhatnak a robottechnikai fejlesztéseknek és a katonai célú eszközökben való alkalmazhatóságukban is nagy potenciál rejlik. Használatukkal könnyebb, mozgékonyabb, nagyobb teherbírású és kapacitású, hosszú üzemidejű célrobotok állíthatók elő a legkülönbözőbb katonai feladatok végrehajtásának hatékonyságnövelése érdekében.



2. ábra. Nanotechnológián alapuló akkumulátor

A hagyományos akkumulátorok működési elvén alapuló energiatárolókon kívül megjelentek egyéb speciális eszközök is, amelyek közül kiemelhető a „szuperkondenzátor” nevű alkatrész. Maga az eszköz két lemez közé telepített szén nanocső-erdőből áll, amely működésének alapja, hogy a nanoszerkezetű csövek nagyon gyorsan képesek leadni az energiát, rendkívül rövid idő (pár másodperc/perc) alatt képesek elvégezni azt a munkát, amely egy akkumulátor számára több órát is jelentene. Egyik előnyük az, hogy a hagyományos akkumulátoroknál több tízszeres töltési ciklust képesek elviselni károsodás nélkül, azonban hátrányuk, hogy nem képesek hosszú ideig energiát tárolni. Ennek felső korlátja jelenleg egy hónap. Speciális tulajdonságai miatt a robotikában ez az alkatrész alkalmazható lenne memóriák biztonsági áramforrásaként, továbbá a jelenlegi polgári felhasználáshoz hasonlóan a mozgás, illetve fékezés közben megtermelt többletenergia tárolására, illetve szükség esetén rövid idő alatti visszatáplálására. Ilyenek lehetnek a dinamikus manőverek, vagy a gyorsulás fokozását igénylő műveletek, esetleg a speciális fegyverrendszerek működtetéséhez szükséges többletenergia-igény. A szuperkondenzátorok a hibrid, valamint elektronikus hajtású repülőeszközöknél is nagy szolgálatot tehetnek majd a jövőben, így az UAV-k esetén is felhasználhatóvá válhatnak. [4]

Fiatalkutatói terület még az energiatárolás területén az úgynevezett öngyógyító akkumulátor, amely sérülése esetén olyan szinten képes regenerálni magát, hogy működése érdemben nem változik. Az ilyen jellegű energiatárolók felhasználása elsősorban a katonai felszerelésbe integrált áramforrások esetén lehet indokolt, de valójában bármilyen katonai célú fejlesztés esetén hasznosnak bizonyulhat, hiszen drasztikusan növelheti az eszközök, illetve a katonai túlélési esélyeit. [4]

3. ábra. Szuperkondenzátorok





**MECHANIKAI VÁZSZERKEZETEK, TESTPÁNCÉLOK**

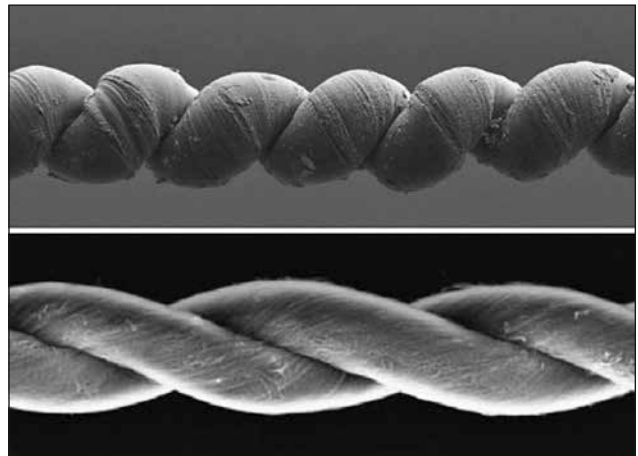
A robotok tartós és ellenálló mechanikai rendszerének fontos alappillére a megfelelő minőségű anyagok kiválasztása és felhasználása. A komplex feladatok ellátására törekvő igények egyre szilárdabb, mégis könnyű anyagokat kívánnak. Az ilyen célokra felhasználható anyagokban igazán nagy potenciál rejlik, amelyek fontos alkotóelemei a szén nanocsövek lehetnek. A szén nanocsövek számos pozitív tulajdonsággal rendelkeznek, amelyek közül a robotika szempontjából fontos, hogy rendkívül nagy a szakítószilárdságuk (az acél szakítószilárdságának közel húszszoros), egyedülállóan rugalmasak, azaz amíg a fémek szinte azonnal törnek, addig a szén nanocsövek különböző szögekben hajlíthatók, majd képesek újra felvenni eredeti alakjukat. Sajnos a nanocsövekkel kapcsolatban a legnagyobb hátrány, hogy jelenleg igen magas az áruk, mivel a nagy tömegben történő előállításukhoz szükséges technológia még nem létezik, így a beszerzés nehéz feladatnak bizonyulhat. Ennek ellenére perspektivikus felhasználásuk a robotok mechanikai szerkezeti elemeinek előállításánál, vagy az emberi mozgást, teherhordó képességet növelő exoszkeletonoknál, illetve testpáncélok esetén is indokolt lehet. A 4. ábrán az „Iron Man” elnevezésű, nanotechnológián alapuló testpáncél tervét láthatjuk, amelynek egyes elemei akár robotok külső vázába is beépíthetővé válhatnak.



4. ábra. Az „Iron Man” páncél mintája és gyakorlati alkalmazási módja

**A MOZGÁS DINAMIZÁLÁSA**

A gépek mozgásának megkönnyítése, a természetben előforduló mozgásformákhoz közelítése szintén fontos aspektust jelent a robotfejlesztések területén. Ez első megközelítésben főként a humanoid típusú robotok mozgásának finomításakor, a nehéz terepen közlekedő, illetve nehéz anyagokat mozgató, vagy precíziós műveleteket végrehajtó robotok esetén bizonyulhat fontosnak. Ezekre nyújthat megoldást az emberi izomszövetre nagymértékben hasonlító



5. ábra. Mesterséges izomszövet feszített és elernyedt állapota

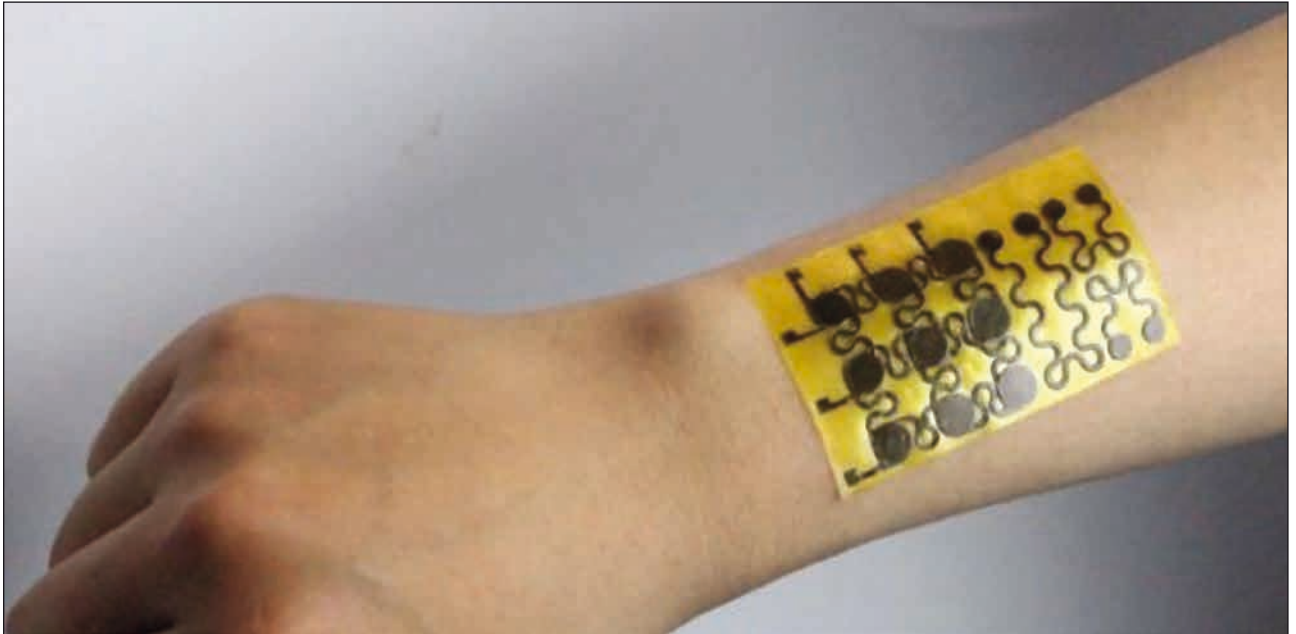
műizomszövet, amelyet a Columbia Egyetemen fejlesztettek ki. Ez a műizomszövet olyan szálakból áll, amelyek összesodort paraffinviasszal töltött szén nanocsöveket tartalmaznak, ezek 200-szor erősebbek az emberi izomnál. [4] A viasz hó vagy elektromosság hatására lágyulni kezd, így összehúzódásra készíti a szén nanocsöveket. A működéséhez szükséges energiát külső áramforrásból, vagy akár a környezet hőjéből is lehet fedezni. A mesterséges izmokban rejlik lehetőségek határtalanok, hiszen tetszőleges méretű és szerkezetű izomszövet építhető fel alkalmazással. Jelenleg a mesterséges izmok magas hőmérsékleten működnek optimálisan, ugyanakkor az ennek a korlátnak a lebontását célzó kutatások jelenleg is nagy erőfeszítések mellett zajlanak. [5]

A mozgás finomításához kapcsolódóan zajlik a megfelelő anyagú és időtálló, belső mozgást segítő alkatrészek fejlesztése. A szén nanocsöveket tartalmazó anyagok szintén megoldást kínálhatnak például a csuklós alkatrészek helyettesítésére is, amellyel nagy lépést tehetnének a robotok mozgásának az élőlények mozgásához történő közelítése területén.

**SZENZOROK**

A robotokon elhelyezett, a környezet érzékelését és a vezérlést segítő szenzorrendszerek kiemelten fontos szerepet játszanak azok működésében. A szenzorok érzékenységének növelése, valamint méretük csökkentése jelentős hatást gyakorolhat a robottechnikai kutatásokra. A katonai robotokon alkalmazott szenzoroknak számos kritériumnak kell megfelelniük, hiszen gyakran speciális és nagy precíziást igénylő feladatok ellátására használják azokat, akár szélsőséges körülmények között is. A környezeti hatások érzékelésében jelenleg három olyan irányzat figyelhető meg, amelyek fejlesztésére nagy hangsúlyt fektetnek a kutatók. Ezek a nyomás-, hő- és gázérezkelő szenzorok, amelyek természetesen nem csak a robotikában kerülhetnek felhasználásra, gyakran megjelennek az orvostudományban, illetve különböző egyéb területen végzett monitorozási feladatok során is. A nyomásérezkelő szenzorok felhasználását robotok esetén az úgynevezett „e-bőr” jelenheti. A mesterséges bőr kialakítása az elmúlt évtized egyik megoldásra váró problémája volt, hiszen a robotok tapintása nem volt elég fejlett, csak rendkívül bonyolult szabályozási folyamatokkal lehetett elérni például az optimális „fogási képességet”. Az „e-bőr” gyakorlatilag egy





6. ábra. Mesterséges bőr („e-bőr”)

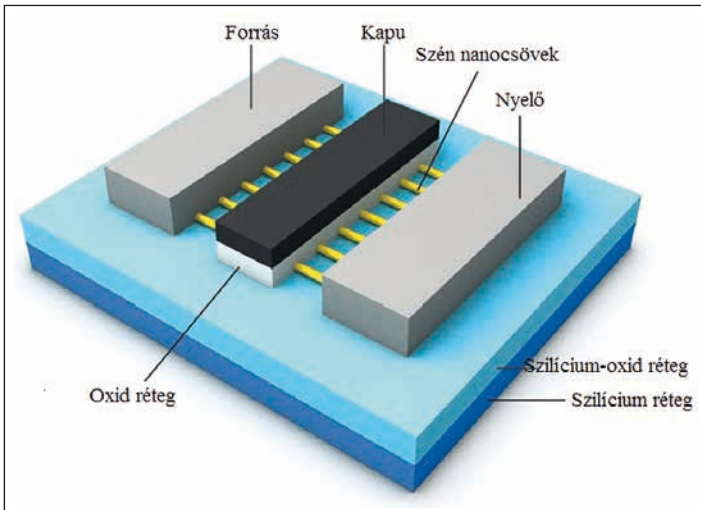
germániumból és szilíciumból álló nanocsőmátrix, amelyet poliamid filmre visznek fel. Ezekből nanoméretű tranzisztorokat hoznak létre és vonnak be nyomásérzékeny gumi- anyaggal. Az így megalkotott mesterséges bőr képes 0 és 15 kPa közötti nyomást érzékelni. Az „e-bőr” továbbfejlesztése jelenleg is zajlik, hiszen a tudósok szeretnék más szenzorokkal kiegészítve képessé tenni akár radioaktív anyagok érzékelésére, később pedig a robotikán kívül az orvostudomány szolgálatába is állítani. [6] 2018-ra eljutottak a kutatók odáig, hogy a mesterséges bőr – amely ezüst nanorészecskékből és polimerből áll – teljesen öngyógyuló és újrahasznosítható, és közel úgy érzékeli a nyomást, a hőmérsékletet és a rezgést, mint az emberi bőrszövet. Ez hatalmas előrelépést jelent, hiszen már az is nagy jelentőségű, hogy egy bébiszitter-robot képes érintéssel, hőmérő nélkül érzékelni a rábizott gyermek testhőmérsékletét. Az így kifejlesztett bőr nemcsak a robotoknál lehet hasznos, hanem végtagprotézisekre helyezve is nagy szolgálatot tehet majd az emberi érzékelés helyreállításával. [7]

A következő fontos szenzortípus a hőérzékelő szenzoroké, amelyek mind külső, mind belső hőmérséklet mérésre és szabályozásra is használhatóak. Ilyen szenzorok a Morpho lepke szárnyainak fényvisszaverő és hőre színváltoztató tulajdonságain alapuló detektorok, amelyek képesek a hőmérsékletet érzékelni és vizuálisan visszajelezni azt. Az érzékelőt számos területen felhasználhatják, segítségével olyan szenzorok válhatnak alkalmazhatóvá, amelyek képesek harcanyagokat és robbanószerkeket érzékelni. (Az ilyen detektor például egy tűzszerező robot esetén bizonyulhat nagyon hasznosnak. [8]) A harmadik jelentős típus a gázérzékelő szenzoroké, amelyek főként különböző fenyegetés- és veszélyjelző megoldásokban alkalmazhatók. Ezt a szenzort a külső környezetben hirtelen megjelenő (akár kis koncentrációjú) gázok érzékelésére és azonosítására használják. Az ilyen szenzorok egyik fajtája a szén nanocsövek azon tulajdonságát használja fel, hogy a nanocsövek bizonyos légnemű anyagok hatására (pl. ammónia, nitrogén-dioxid stb.) megváltoztatják vezetőképességüket, amelyet egyszerűen lehet mérni. Ezzel a technológiával nagy érzékenységű szenzorok is létrehozhatók, amelyek képesek akár 20-30 másodperc alatt felismerni a

fenyegetettséget. Ezek a szenzorok szintén helyet kaphatnának különböző harci robotok, felderítő drónok használatában. [4]

#### AZ ADATFELDOLGOZÁS GYORSÍTÁSA

A robot irányítórendszere alapvetően a szenzorok által szolgáltatott nagymennyiségű adatra támaszkodik, így kiemelt feladat annak minél gyorsabb rendszerezése, feldolgozása és kiértékelése, azaz a robot „gondolkodásának” gyorsítása a helyes döntések gyorsabb meghozatala érdekében. Az adatfeldolgozás a robot „agyában”, azaz az ott elhelyezkedő számítógépeken megy végbe. Az ezeket felépítő különböző alkatrészek tulajdonságai nagyban meghatározzák a gépek számítási kapacitását, azaz ezek javításával gyorsítható a feldolgozás folyamata. A nanotechnológián alapuló eszközök nagy részéről elmondható, hogy kis méretüknek köszönhetően az adott részecskéknél rövidebb utat kell bejárniuk. Ez igaz a szén nanocső alapú tranzisztorokból felépülő áramkörökre is, amelyek ötször gyorsabban képesek elvégezni ugyanazon műveleteket, mint a szilíciumalapú tranzisztorokból álló eszközök, így kevesebb energiára van szükségük a működéshöz. A szén nanocsövek kis mérete lehetővé teszi, hogy az adott jel gyorsabban haladjon végig egy adott jelfeldolgozási láncban, amelynek eredményeképp a vezetékös kommunikáció során adatátviteli sebesség, csatornkapacitás növekedés következik be. A 2012-ben megalkotott szén nanocső alapú tranzisztor 9 nanométeres méretével 100-szor kisebb, mint egy hagyományos szilícium alapú tranzisztor. Így nemcsak az adatfeldolgozás gyorsítható, hanem a robot elektronikájának mérete, tömege és fogyasztása is csökkenthető. [4] A szingapúri Nemzeti Egyetem kutatói 2017-re kifejlesztettek egy teljesen új konstrukciót. A nagy sebességű vezetett adattovábbítás fizikai mechanizmusát a mai rendszerek túlnyomó részében a fényterjedés tulajdonságai határozzák meg, ugyanakkor a fotonok viszonylag nagy részecskék. A fotonok helyett más részecske alkalmazásával csökkenthető lenne az elektronikai eszközök mérete, és a megfelelő anyag használatával az adatátvitel



7. ábra CNT alapú tranzisztor felépítése

sebessége is növelhető lehetne. Erre alkották meg a kutatók az új modellt, amelyben fotonok helyett plazmonokat használnak, amelyek a fotonokhoz hasonlóan szintén képesek fénysebességgel terjedni, de a folyamat során megnő a felbontás, vagyis egy-egy impulzusba több információ sűrítendő bele. Az egyetlen probléma a plazmonokkal kapcsolatban az adathordozásra való affinitásuk hiánya. Ennek a problémának a kiküszöbölésére alkottak Szingapúrban egy újfajta átalakítót, amely képes kiaknázni a plazmonok használata által jelentett előnyöket, miközben képessé válik magasabb frekvenciákon adattovábbításra. [9] Ezen eszköz segítségével a chipok sebessége tovább növelhető az energiafelhasználás csökkentése mellett.

### ALKATRÉSZEK MÉRETÉNEK CSÖKKENTÉSE

A nanotechnológia alapjaiban változtatta meg az alkatrészeket, és ezáltal a különböző eszközök tulajdonságait. A számtalan pozitív jellemző mellett kiemelten fontos a méretbeli csökkenés jelentősége. A legalapvetőbb és legelemibb áramkörtani elemek (ellenállások, kondenzátorok stb.) méretének redukálása is jelentős méretbeli csökkenést okozott különböző eszközökben (chipek, tranzisztorok, memóriák), így ezekből szintén kisebb méretű, komplex rendszereket lehet építeni. Ez a robotika szempontjából nagy jelentőségű, hiszen gyakran (főként katonai területen) beszélhetünk speciális rendeltetésű robotokról, amelyeknek kifejezetten hasznos a méretének csökkentése, sőt akár a roboton belüli alkatrészek méretének, így tömegének csökkentése, amellyel sokszor együtt jár a hasznos teher növelhetősége. A kisebb alkatrészek rendszerint kevesebb energiát igényelnek, ezáltal növelhető a robotok alkalmazásának ideje is. A méretcsökkentés fő kérdése az, hogy ez meddig mehet el, mi a határa az alkatrészek méretének. Erre a tudomány mai állása szerint igen nehéz lenne válaszolni, hiszen a nanotechnológián alapuló kutatásokban már néhány tucatnyi atomokból álló csoportok szintjén végzik kísérleteiket a tudósok, amely egy átlagember számára még ma is szinte elképzelhetetlennek tűnik.

### ÖSSZEFOGLALÁS

Megállapítható, hogy a robotika fejlődésének jelentős lendületet adtak a nanotechnológiai kutatások elmúlt évtize-

des eredményei, és számos, ma még kritikusnak számító problémára adhatnak választ a jövőben. Ezen perspektivikus megoldások katonai robotok fejlesztése során való előbbi felhasználása indokolt, mivel azok alkalmazásával egyre bonyolultabb feladatok végezhetőek el emberi életek kockáztatása nélkül, ami mára a korszerű hadviselési elvek egyik alaptételévé vált. A nanotechnológiának köszönhetően akár a legegyszerűbb robotok esetén is olyan jelentős változásokkal számolhatunk, ami korábban elképzelhetetlennek tűnt. Évtizedekkel ezelőtt a robotok ipari, majd katonai felhasználása is újdonságnak számított, mára pedig egy másik modern tudományággal való fuzionálásról beszélhetünk, amely teljesen új utak nyílnak a tudomány számára. Sajnos a robotok széleskörű alkalmazása jelenleg még elsősorban a megfelelő gazdasági potenciállal rendelkező országokban jellemző, mint például az Amerikai Egyesült Államok, Oroszország vagy Kína. Ezekben az országokban jelentős K+F+I tevékenység folyik a kapcsolódó területeken is, így nagy valószínűséggel a nanotechnológia is lényegesen nagyobb szerephez jut a majd a jövőben, ami forradalmasíthatja a robotipart. A katonai területeken zajló fejlesztésekbe számos kisebb ország is szeretne kapcsolódni, és több európai országban folynak kutatások a területen. Remélhetőleg az eredmények, ha „kis” késéssel is, de megjelennek majd a szövetséges államok haderőinek eszköztárában is.

### IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Száraz György: A nanobotok, az elme-kontroll és a transzhumanizmus, avagy a tudat jövője? 2014. <http://boldognapot.hu/blog/a-nanobotok-az-elme-kontroll-es-a-transzhumanizmus-avagy-a-tudat-jovoje/> [2018.03.12.];
- [2] Minimalista robot lesz a jövő sebésze? 2018. [http://jelenbolajovobe.blog.hu/2018/02/02/minimalista\\_robot\\_lesz\\_a\\_jovo\\_sebesze](http://jelenbolajovobe.blog.hu/2018/02/02/minimalista_robot_lesz_a_jovo_sebesze) [2018.03.12.];
- [3] Katona Balázs: Pár éven belül jöhetnek a nanoszerkezetű akkuk. 2014. <https://www.aku.info.hu/par-even-belul-johetnek-a-nanoszerkezetu-akkuk/> [2018.03.12.];
- [4] Szmolnik Laura: A nanotechnológia fejlődése és potenciális katonai alkalmazási lehetőségei, különös tekintettel az elektronikai hadviselés aspektusaira. TDK dolgozat, 2017.;
- [5] Mesterséges izom szén nanocsövekből, 2012. [https://ipon.hu/magazin/cikk/mesterseges\\_izom\\_szen\\_nanocsovekbol/23063](https://ipon.hu/magazin/cikk/mesterseges_izom_szen_nanocsovekbol/23063) [2018.03.14.];
- [6] Dajkó Pál: Elkészült a nanotechnológiával kialakított mesterséges bőr. IT Cafe, 2010. [https://itcafe.hu/hir/e-skin\\_e-bor\\_berkeley\\_stanford\\_robot.html](https://itcafe.hu/hir/e-skin_e-bor_berkeley_stanford_robot.html) [2018.03.16.];
- [7] Tóth Balázs: Öngyógyító bőrt kapnak a robotok, index.hu, 2018. [https://index.hu/tech/2018/02/12/ongyogyito\\_bortol\\_lesznek\\_emberibbek\\_a\\_robotok/](https://index.hu/tech/2018/02/12/ongyogyito_bortol_lesznek_emberibbek_a_robotok/) [2018.03.16.];
- [8] ELEKTRONet Online: Pillangóhatás - képalpító szenzorok nanotechnológiával. 2014. <https://www.elektro-net.hu/konstruktor/5404-pillangohatas-kepalkoto-szenzoroknanotechnologiaval> [2018.03.16.];
- [9] National University of Singapore: Breakthrough in ultra-fast data processing at nanoscale. 2017. <https://phys.org/news/2017-10-breakthrough-ultra-fast-nanoscale.html> [2018.03.20.].

(Illusztrációk a szerző gyűjteményéből.)



17. ábra. Az összekapcsolt Apollo-szerelvény. A parancsnoki kabin ajtajában David Scott (Fotó: NASA)

Schuminszky Nándor\*

# Verseny a Holdért.

## Az Apollo program – 50 év után **II. rész**

### Karnyújtásnyira a céltól

**1** 965 decemberében, a sikeres Gemini-7 és -6 űrrandevúja után a legtapasztaltabb űrhajósokat – Virgil Grissom, James McDivitt, Edward White, Walter Schirra és Frank Borman – átirányították az Apollo-programba, hogy megkezdjék a tényleges felkészülést a holdutazásra. 1966. március 21-én bejelentették az első, szeptember 29-én a második, és december 22-én a harmadik Apollo személyzetének összetételét és feladatát, de az 1967. január 27-én bekövetkezett Apollo-1 katasztrófa felborította az eredeti terveket, és azok csak a később, az Apollo-1 az Apollo-7, az Apollo-2 az Apollo-9 és az Apollo-3 az Apollo-8 programjában valósultak meg.

Az átalakított űrhajót Apollo-4 néven, mintegy 10 hónappal a szerencsétlenség után, 1967. november 9-én indították. A Saturn-V rakéta első próbáján az űrhajó mintegy 18 ezer km-re távolodott el a Földtől, ezért megközelítő

módon szimulálhatták a Holdtól visszatérő űreszköz pályáját, amin megközelíti, vagy akár el is érheti a második kozmikus sebesség értékét. A visszatérés során a szükséges sebesség-csökkentéshez az aerodinamikai fékezési módszert is kipróbálták. Meghatározott magasságon vezették be a Föld légkörébe, és az ott fellépő légellenállás segítségével csökkentették az Apollo-4 űrkabinjának sebességét, hogy kisebb mennyiségű hajtóanyag felhasználásával hajtsák végre a fékezést.

A NASA tervei szerint még két holdkomppróba és egy újabb Saturn-V repülés előzte volna meg az első Apollo űrhajó pilótás berepülését. A kis lépésekkel megvalósítandó terv szerint ezek után kerülhetett volna sor a komplett Apollo űrhajórendszer Föld körüli repülésére.

1968 januárjában a holdkomp (Apollo-5) működését még űrhajósok nélkül próbálták ki. Az utolsó – személyzet

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

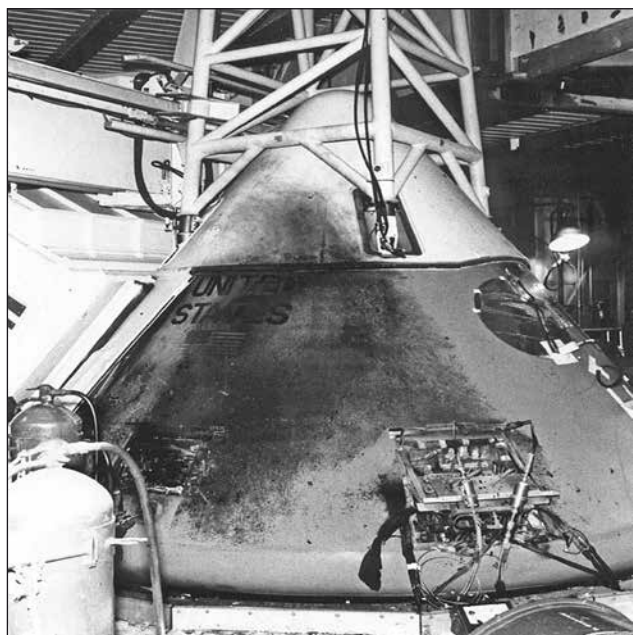


18. ábra. Ennél a kísérletnél a levegőt még külső ellátással biztosították a személyzet számára. Jobbról: V. Grissom, E. White, R. Chaffee (Fotó: NASA)

nélküli – Apollo kísérletre 1968 áprilisában került sor. Már az emelkedés alatt hiba lépett fel; a Saturn-V rakéta második fokozatának öt hajtóműve közül kettő, kb. 1 perccel korábban leállt a többinél. Ezért a második, majd a harmadik fokozatnak is tovább kellett működnie, de az Apollo-6 így sem érte el a tervezett magasságot. A Service Modul egyetlen J-2-es hajtóművével sikerült a „pótlás”, és visszatérésekor az űrkabin 64 m/s sebességtöbblettel lépett be a légkörbe, ezért a keletkező hő is 8%-kal lett több a tervezettnél. A hővédőpajzs azonban kiállta a próbát, és egy kisebb irányítástechnikai nehézség ellenére az Apollo-6 sikeresen leszállt a Csendes-óceánra.

1968 késő nyarára egyre nagyobb nyomás nehezedett a NASA-ra, mert sorban érkeztek a felderítési adatok a CIA-tól, és egy memorandumban Lyndon B. Johnson elnök is tájékoztatást kapott egy közeljövőben esedékes szovjet holdkerülő repüléséről, valamint a tervezett Holdra szállásról. A szovjet elsőségtől való félelem drasztikus lépésre sarkallta a NASA-t. Lemondtak a második holdkomp pró-

19. ábra. Az űrkabin külső burkolatán is jól láthatók a hatalmas tűz nyomai (Fotó: NASA)



20. ábra. Emelkedik az Apollo-7 (Fotó: NASA)

bájáról, és a Saturn-V-Apollo pilótás berepüléséről Föld körüli pályán. Előbbre hozták a komplett Apollo-űrhajórendszer próbáját bolygók körül, majd a következő kísérletben ezt ismételték volna meg, de már a Hold körüli pályán.

A NASA – a második Saturn-V-nél fellépő problémák ellenére, de nem utolsó sorban az idő sürgetése miatt – engedélyezte az első pilótás repülést, igaz, csak a Saturn-IB-vel.

Az Apollo-7 1968. október 11-én startolt, és a több mint 10 napos utazás folyamán 163 alkalommal kerülte meg a Földet. Az űrhajósok különféle manővereket, valamint űrrendevű jellegű megközelítéseket végeztek az S-IVB fokozattal, és ellenőrizték az űrhajó műszaki rendszereit, műszereit és egyéb berendezéseit.

### MEGVALÓSULT VERNE ÁLMA

A kívánalmak azonban még az Egyesült Államokban is nagyobbak voltak a lehetőségeknél. Az AS-504-es, kísérletre előirányzott holdkompot hiába szerették volna már 1968 decemberében az Apollo-8 (AS-503-as) repülésénél felhasználni, ez vágyálomnak bizonyult. Mai szemmel nézve kritikus döntést hoztak, amely csak az elsőség mindenáron való megszerzésével magyarázható. 1968. november 12-én a NASA sajtótájékoztatón jelentette be, hogy engedélyezték az Apollo-8 útját. A holdkompot ballasztal (LTA-B) helyettesítették. Három nappal később a TASZSZ bejelentette, hogy „első ízben tértek vissza élőlények a Hold térségéből”. Kiderült, hogy a Zond-5 fedélzetén teknősök, gyümölcslegyek, hernyók, növények és más biológiai objektumok is utaztak.

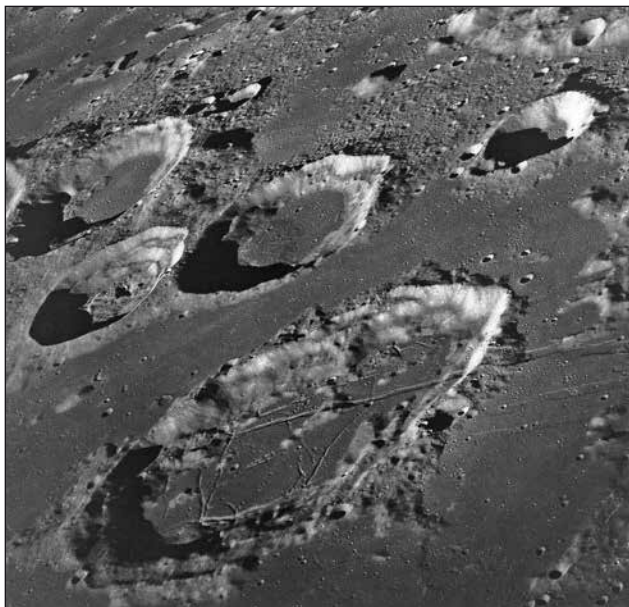
Az Apollo-8 végül 1968. december 21-én indult el a Hold felé. Karácsony este már a Hold körül keringő űrhajón, Frank Borman parancsnok a Teremtés Könyvéből idézett néhány mondatot. A 112 km-es magasságban végrehajtott 10 keringéssel, lényegében megvalósult Verne Gyula álma. →



21. ábra. Starthelyen az Apollo-8 (Fotó: NASA)

Az Apollo-8 repülése tehát sikeresen lezajlott, és bár a történelem nem ismeri a „ha úgy történt volna” kategóriát, azért mégiscsak adódik a kérdés: ha az a bizonyos robbanás, amely az Apollo-13 műszaki egységében 1970 áprilisában bekövetkezett, szűk tizenhat hónappal korábban az Apollo-8 holdrepülésénél történik meg, vajon folytatódott volna az amerikai holdprogram? Három űrhajós biztos halála vajon megérte volna a kockázatot? James Lovell mindkét űrrepülésen ott volt a személyzet tagjaként, ezért ön-

22. ábra. Először jutott el ember a Hold közelébe (Fotó: NASA)



23. ábra. 1968. december 24-én, karácsony este a Hold körül keringő Apollo-8 fedélzetéről, Frank Borman parancsnok a Teremtés Könyvéből idézve kívánt minden jót (Fotó: NASA)

ként adódik a kérdés: gondolt-e arra 1970-ben, hogy mi történt volna, ha az a robbanás az Apollo-8 műszaki egységét teszi használhatatlanná... De erre a kérdésre már sohasem kapjuk meg a választ.

1969 márciusában az Apollo-9 űrrepülése során az űrhajósok a parancsnoki fülkétől a holdkompon át a műszaki egységig minden részegységet kipróbáltak. Alapvető feladatuk volt, hogy a Holdra szállás minden mozzanatát, manőverét kipróbálják a Föld körüli pályán.

Az Apollo-10 volt a Holdra szállás főpróbája. Az űrhajósok 62 óra alatt 31 alkalommal kerütek meg a Holdat, és a leszállás kivételével végrehajtották a tényleges leszálláshoz szükséges összes manővert. A holdkomppal 15 km-re közelítették meg a Hold felszínét, és gyakorlatilag le is szállhattak volna. Az egyszerű földi halandó számára nehezen hihető, hogy az Apollo-10 űrhajósaiba beleivódott fegyelem és kötelesség felülírta a még oly erős kísértést is. 1969 májusában tehát minden készen állt arra, hogy az első ember a Holdra léphessen.

### TERVEK ÉS ŰRHAJÓSOK AZ APOLLO-PROGRAMBAN

1965-ben a NASA a következő menetrendet hozta nyilvánosságra az Apollo űrhajók felbocsátásával kapcsolatban:

1. Az első ember nélküli teszt, Saturn-IB-vel 1966-ban.
2. Az első pilótás berepülés, Saturn-IB-vel 1966-ban.
3. Az első ember nélküli teszt, Saturn-V-tel 1967-ben.
4. Az első pilótás berepülés Saturn-V-tel 1967-ben.

1966. március 21-én bejelentették az első, szeptember 29-én a második Apollo személyzetének összetételét és feladatát:

- Apollo-1/CSM-012 – Grissom, White, Chaffee (McDivitt, Scott, Schweickart) – az új űrhajó berepülése,
- Apollo-2/CSM-014 – Schirra, Eisele, Cunningham (Borman, Stafford, Collins) – a holdkomp kipróbálása.

A tapasztalt űrhajósok lettek a parancsnokok és a CM pilóták, az újoncok pedig a holdkomp pilóta státusát foglalhatták el. Ennek az volt az oka, hogy kezdetekben, az új űrhajó berepülésénél még nem volt az Apollo-szerelvényben holdkomp, ezért az újonc csak szimulációs gyakorlatokat hajthattott végre, de legalább tényleges űrrepülésben. Walter Cunningham önéletrajzában feltárta, hogy Schirra csak megbízott parancsnok volt az Apollo-2-nek. Ugyanis Donald Slayton – akit 1962 márciusa óta eltöltött az űrrepüléstől – folyamatosan remélte, hogy megkapja az orvosi, repülési engedélyt. Azonban hiába számított rá, nem kapta meg.

4. táblázat. Az Apollo-program repüléseinek típusa

Típus	Feladat	Űrhajó	Űrrepülés
A	Ember nélküli teszt az Apollo űrhajóval.	AS-201/CSM-009 AS-202/CSM-011 AS-203/CSM nincs Apollo-4/CM-017 Apollo-6/CM-020	1966. február 1966. augusztus 1966. július 1967. november 1968. április
B	Ember nélküli teszt a holdkomppal.	Apollo-5/LM-1	1968. január
C	Pilótás berepülési teszt az Apollo űrhajóval.	Apollo-7/CSM-101 Apollo-8/CSM-103*	1968. október 1968. december
D	Pilótás berepülési teszt a holdkomppal.	Apollo-9/CSM-104/LM-3	1969. március
E	Pilótás repülés nagy elliptikus pályán.	Apollo-13/CSM-109/LM-7	1970. április
F	Holdra szállás nélküli, teljes próba.	Apollo-10/CSM-106/LM-4	1969. május
G	Holdra szállás.	Apollo-11/CSM-107/LM-5	1969. július
H	Megnövelt időtartamú holdi tartózkodás.	Apollo-12/CSM-108/LM-6 Apollo-14/CSM-110/LM-8	1969. november 1971. január-február
J	Megnövelt időtartamú holdi tartózkodás, kiterjesztett kutatás, holdautó.	Apollo-15/CSM-112/LM-10 Apollo-16/CSM-113/LM-11 Apollo-17/CSM-114/LM-12	1971. július-augusztus 1972. április 1972. december

\* Eredetileg „E” típusú volt, de a program felgyorsítása, azaz a szovjetek mindenáron való megelőzése érdekében megváltoztatták, és a „C prim” típusnevet kapta.



24. ábra. Így emelik a helikopter fedélzetére a visszatért űrhajósokat (Fotó: NASA)

A NASA-nál felmerült, hogy egy kettős repüléssel debütáljanak a programban, még a Gemini-12 startja (1966. november) előtt, de a CSM-012 földi vizsgálata a vártnál lassabban haladt. Nyilvánvalóvá vált, hogy az Apollo-1 nem indulhat el 1966-ban. Ezért elmaradt egy érdekes kísérlet a kéthetesre tervezett úton: egy kis centrifugában egy élő béka is helyet kapott volna a fedélzeten.

Az Apollo-2 megmaradt „unalmas” repülésnek, hiszen csak az Apollo-1 űrrepülését kellett volna megismételnie. Ebben a szakaszban azonban már erős ösztűz alatt állt a NASA költségvetése, és november 17-én törölték is az Apollo-2/CSM-014/SA-205 űrrepülését, mint „indokolatlan ismétlését” az Apollo-1/CSM-012/SA-204-esnek. Azonban a Saturn-V sem készült el időre, de a holdkompot (LM), illetve az Apollo CSM-et lehetőleg együtt kellett kipróbálni. Ezért az a javaslat született, hogy két Saturn-IB-vel oldják meg a feladatot, és a világűrben kapcsolódjanak össze az űrjárművek. Az Apollo-2 – az Apollo-1 programjának ismétlése helyett – a kettős repülés főszerepét kapta meg. Az első – pilóta nélküli – holdkomp (LM-1) az SA-206-ossal repült volna, míg az LM-2/SA-205-ös bonyolí-

totta volna le az űrrandevút, az Apollo-3 CSM-101/SA-208-assal. A tervezett módosítások miatt, 1966. december 22-ére az űrhajók személyzete is megváltozott:

- Apollo-1: Grissom, White, Chaffee (Schirra, Eisele, Cunningham) – „C”,
- Apollo-2: McDivitt, Scott, Schweickart, (Stafford, Young, Cernan) – „D”,
- Apollo-3: Borman, Collins, Anders (Conrad, Gordon, Williams) – „E”.

Hogy miért a McDivitt vezette személyzet kapta meg az új Apollo-2 repülést, arra csak egyetlen valószínű magyarázatot tudunk adni: Schirráék két újonccal szemben, náluk két,

25. ábra. Az Apollo-8 űrkabinját az USS YORKTOWN fedélzetére emelik (Fotó: NASA)





26. ábra. A Hold térségébe először eljutott űrhajósok a YORKTOWN fedélzetén. Balról: F. Borman, W. Anders és J. Lovell (Fotó: NASA)

már gyakorlott űrhajós volt. A NASA ezt a személyzetet alkalmasabbnak ítélte a bonyolultabb feladat végrehajtására. Valószínűleg ez volt az oka annak is, hogy Michael Collins kapta meg a CM pilóta pozícióját a Borman személyzetben.

1967. január 27-én – földi felkészülés közben – egy rövidzárlat következtében kiégett az Apollo-1, és a hatalmas kabintűzben Virgil Grissom, Edward White és Roger Chaffee életét veszítette. Az Apollo űrkabinon számos módosítást hajtottak végre, a program hónapokat veszített a holdversenyben. Azonban az Apollo-4 sikeres repülése után, a NASA már is bejelentette az új, „gyorsított” menetrendet:

1. AS-204: Az első ember nélküli próba a holdkomppal, Föld körüli pályán.
2. AS-502: A második, ember nélküli Saturn-V teszt.
3. AS-206: A második ember nélküli próba a holdkomppal, Föld körüli pályán.
4. AS-205: Az Apollo űrhajó berepülése a Schirra személyzettel.
5. SA-504: Az Apollo űrhajó berepülése a McDivitt személyzettel.

(Az „AS” – Apollo-Saturn jelölés a Saturn-IB, az „SA” Saturn-Apollo jelölés pedig a Saturn-V hordozórakétát jelenti.)

November 20-án így alakult a tervezett személyzetek összetétele:

- AS-205: Schirra, Eisele, Cunningham (Stafford, Young, Cernan),
- AS-504: McDivitt, Scott, Schweickart (Conrad, Gordon, Bean),
- AS-505: Borman, Collins, Anders (Armstrong, Lovell, Aldrin).

A Conrad vezette személyzet egy helyen változott; az időközben elhunyt Clifton Williams helyett Alan Bean került a csapatba.

Az Apollo-6 1968 áprilisi repülését nem lehetett egyértelműen sikeresnek minősíteni. A NASA úgy érezte, hogy távolabbra kerültek a néhai Kennedy elnök által megfogalmazott céltól, hogy „embereket juttassunk még az évtized vége előtt a Holdra, és onnan biztonságban visszahozhassuk őket”. Úgy tűnt, hogy csak az Apollo-7 sikeres küldetése hozhatja vissza a reményt:

- Apollo-7: AS-205/CSM-101, Schirra személyzet,
- Apollo-8: SA-503/CSM-103/LM-2, McDivitt személyzet,
- Apollo-9: SA-504/CSM-104/LM-3, Borman személyzet.

Tény, hogy az Apollo-7 be is váltotta a hozzáűzött reményeket, de csak kissé javított a helyzeten. Ennek személyi és tárgyi oka volt.

Még az Apollo-7 repülése előtt, 1968. július 12-én Michael Collins nyakán egy csontkinövést diagnosztizáltak, ami – a gerinchez nyomódást megelőzve – azonnali műtétet igényelt. Természetesen a személyzetek összetétele azonnal megváltozott:

- Apollo-7/CSM-101: Schirra, Eisele, Cunningham (Stafford, Young, Cernan),
- Apollo-8/CSM-103: Borman, Lovell, Anders (Armstrong, Aldrin, Haise),

- Apollo-9/CSM-104 (LM-3): McDivitt, Scott, Schweickart (Conrad, Gordon, Bean).

Bormanék holdkomppja a fejlesztési nehézségek és a lassan folyó vizsgálatok miatt, 1969 tavaszáig még nem állhatott startra készen. Az LM-2 – bár elvileg előbb elkészülhetett – a feladathoz túlsúlyosnak bizonyult, és szintén késésben volt.

1968 decemberében, a műtét után felépült Michael Collins visszatért az Armstrong vezette személyzetbe. A Donald Slayton vezette houstoni Astronauts Office 1969. január 6-án jelentette be, hogy valószínűleg ők fognak elsőként szállni a Holdon. A NASA ezzel – elsősorban személyes okokból – óriási változásokat indított el űrhajós keretében.

Walter Schirra 45 éves volt az Apollo-7 felkészülése idején, és az egyik legtapasztaltabb űrhajós lévén, komoly esélye volt az első Holdra szállás parancsnoki pozíciójára. Slayton azonban nem támogatta Schirrát, aki júliusban hátat is fordított a NASA-nak, és a privát üzleti szférában helyezkedett el. Cunningham és Eisele sem jutott el soha többé a világűrbe, bár Eisele-nek még, az Apollo-10 tartalék személyzetének tagjaként, komoly esélye volt, hogy az Apollo-13 CM pilótájaként eljusson a Hold közelébe. (Az „űrvetésforgó” elve szerint a tartalék személyzet három repüléssel később alkotta az első számú személyzetet).

- Apollo-13: Cooper, Eisele, Mitchell,
- Apollo-14: Lovell, Anders, Haise.

1969. május 7-én a NASA bejelentette, hogy az 1963-ban belsőfül-gyulladás problémák miatt az űrhajós keretből kimaradt Alan Shepard – az első amerikai űrhajós – visszatért az aktív állományba. Reaktiválásának Cooper, Eisele és Anders lett a nagy vesztese, helyükre Shepard, Mattingly és Roosa került.

Augusztus 7-ére így alakult át a két személyzet:

- Apollo-13: Lovell, Mattingly, Haise,
- Apollo-14: Shepard, Roosa, Mitchell.

A további repülések személyzeti összetétele így alakult (beleértve a később töröltek is):

- Apollo-15: Scott, Worden, Irwin (Gordon, Brand, Schmitt),
- Apollo-16: Young, Mattingly, Duke (Haise, Roosa, Mitchell),
- Apollo-17: Cernan, Evans, Schmitt (Scott, Worden, Irwin),
- Apollo-18: Gordon, Brand, Schmitt,
- Apollo-19: Haise, Pogue, Carr,
- Apollo-20: Roosa, Lind, Lousma.

1970. január 4-én az Apollo-20, majd március 26-án az Apollo-18 és -19 utazását, pénzügyi okok miatt véglegesen törölték. A megmaradt űreszközöket később – részben – a Skylab, illetve az ASTP programokban használták fel.

(Folytatjuk)

A cikkhez tartozó forrásokat a következő résznél közöljük. (Szerk.)

#### AZ APOLLO PROGRAMMAL KAPCSOLATOS RÖVIDÍTÉSEK

AS	– Apollo-Saturn.
ASTP	– Apollo Soyuz Test Project – Apollo Szojuz Vizsgálati Terv.
CM	– Command Module – parancsnoki egység vagy modul, Apollo űrkabin.
CSM	– Command (and) Service Module – parancsnoki (és) műszaki egység vagy modul, Apollo űrhajó.
LM	– Lunar Module – holdkomp.
LTA	– Lunar Test Article – teszt holdkomp.
SA	– Saturn-Apollo
S-IVB	– Saturn-IB második vagy a Saturn-V harmadik fokozata.



Ferencz Orsolya\* – Steinbach Péter\*\* – Lichtenberger János\*\*\* – Ferencz Csaba\*\*\*\*

# Trabanttal a Föld körül

## Orosz–magyar küldetés az űridőjárás vizsgálatában

**A**z embert – amióta öntudatra ébredt – foglalkoztatja az őt körülvevő világ. Ez természetes, hiszen mindaz, ami körülveszi, egyszerre jelenti számára a létét fenyegető veszélyforrást és az életben maradáshoz szükséges feltételeket.

Az ember kapcsolatát a környező világgal, és a Világegyetemmel összefüggő megfigyeléseit már a történelem előtti időkben is őrzik azok a monolitikus kultúrához tartozó lenyűgöző építmények, amelyeket Nagy-Britanniától Máltaig szerte a világon megcsodálhatunk. Láthatjuk, hogy az ember nemcsak megfigyelte az őt körülvevő világot, de annak ciklikusságát, törvényszerűségeit is igyekezett leírni, mivel jól érzékelhetően ez befolyásolta környezetének állapotát és a saját mindennapi életét is. Elég, ha a Hold és a Föld mozgásának hatásaként fellépő árapály jelenségre gondolunk, és máris megértjük, milyen nagy jelentőségű volt az emberiség korai „úrkutatási tevékenysége” ahhoz, hogy felismerje, mi és hogyan hat rá a környezetében.

Az ókor és a középkor (Kr. u. 180-tól Kopernikuszig) még jórészt a ptolemaioszi, geocentrikus világképet valotta magáénak, amelyben minden a legtökéletesebb, azaz gömb alakban rendeződött el, e tökéletesen megszerkesztett világnak a középpontjában pedig a Föld állt, körülveve gömbhéjakkal, amelyeket szféráknak neveztek el. Minden égitest, beleértve a Napot is, ezekben a szférákban keringett a Föld körül. A csillagokon túl pedig, a mennyben énekeltek az angyalok, ezt nevezték a szférák zenéjének.

Mára világunkról jóval többet tudunk, és bár a Világegyetemről alkotott képünk egyfelől kevésbé költői, másfelől, ahogy nő az ismeretanyagunk, úgy tárul eléink egyre varázslatosabban kialakulásának, szerkezetének és működésének csodája.

Ma már tudjuk, hogy a folyamatosan táguló Világegyetemen belül szűkebb hazánk, a Naprendszer heliocentrikus, azaz minden planéta, köztük Földünk is a Nap körül kering. Mind a Naprendszer, mind Földünk körül megtalálhatók a réteges szerkezetek, azaz a szférák mégis léteznek, ha másképpen is, mint őseink hitték. A Voyager űrszondák, amelyek több mint négy évtizede úton vannak, már elérték Naprendszerünk peremét (sőt, a Voyager-1 már 2012-ben elhagyta az összetett, külső lökéshullámzónát is, és kiért a csillagközi térbe) és méréseikből jól láthatóan kirajzolódik előttünk az úgynevezett helioszféra – amit a Voyager-2 épp 2018-ban hagyott el –, a Naprendszert övező bonyolult mágneses erővonalkép és részecskesugárzási övek együttese.

A Földet pedig szintén réteges szerkezetben övezik szférák. A Földet körülvevő, 12–15 km magasságig érő legalsó réteg, a troposzféra magában foglalja a légkör 99%-át. A földi időjárás jelenségeinek túlnyomó része itt zajlik. Fölötte további szférák, rétegek vannak (sztratoszféra, mezoszféra), ahol a földi élet számára döntő fontosságú fizikai folyamatok zajlanak, elég, ha a magaslégtörő ózonréteg szerepére gondolunk a napfény ultraibolya sugárzásának megsűrűsésében.

80–90 km felett kezdődik az ionoszféra, ami 1000 km felett már a magnetoszférában folytatódik, amely réteg a Föld Nap felőli oldalán 10, a földárnyékban akár 1000 föld-sugár távolságig nyúlik ki (1. ábra). E két réteg már a meteorológiai folyamatok számára ritka, ionizált részecskék semleges elegyeként (plazmaként) nem játszik közvetlen szerepet a földi időjárásban. Azonban az űrkutatásból ma már tudjuk, hogy szerepe legalább annyira fontos, szó szerint életbevágó, mivel ebben a tartományban már a földi mágneses tér és a kozmikus hatások kölcsönhatása dominál: ezt nevezzük űridőjárásnak. Az űridőjárás nem korláto-

**ÖSSZEFOGLALÁS:** Napjaink egyik legfontosabb űrkutatási területe az űridőjárás vizsgálata. A Földet folyamatosan kozmikus hatások érik, az emberi civilizáció pedig ma már nem tud működni a világűr is használó szolgáltatások nélkül. Az űridőjárás vizsgálata egyik legfontosabb része a Föld körüli plazmaszféra elektromágneses folyamatainak vizsgálata és értelmezése. Ebben a munkában kiemelt szerepet kapnak magyar fejlesztések és mérések, számos nemzetközi program lényeges részét alkotva. E programok között is kiemelkedő a közös orosz–magyar Trabant űrkísérelt, amely várhatóan 2022-ben startolva, minden eddiginél pontosabb és részletesebb űridőjárás hullámméréseket hajt majd végre. A mikroműhold legnagyobb részének megépítése magyar űripari és űrkutatási szereplők feladata lesz.

**KULCSSZAVAK:** űridőjárás, ionoszféraszféra, elektromágneses hullámterjedés, műhold

**ABSTRACT:** Today, a very important topic of the space research investigations is the space weather. The Earth is continuously exposed to cosmic influences, furthermore, the human civilization is unable to operate without the global services using the space. An essential part of the space weather investigation is the monitoring and analysis of the electromagnetic phenomena in the plasmasphere surrounding the Earth. Hungarian measurements and developments play emphasized role in numerous international scientific programs and Hungarian devices are integrated parts of these experiments. A significant program of the Russian–Hungarian space cooperation is the Trabant space mission. After the expected launch in 2022, this microsatellite will realize wave-measurements with extra high accuracy and resolution in the ionosphere. The construction of the largest part of the satellite is the task of Hungarian space scientists and space engineers.

**KEY WORDS:** space weather, ionosphere, electromagnetic wave propagation, satellite

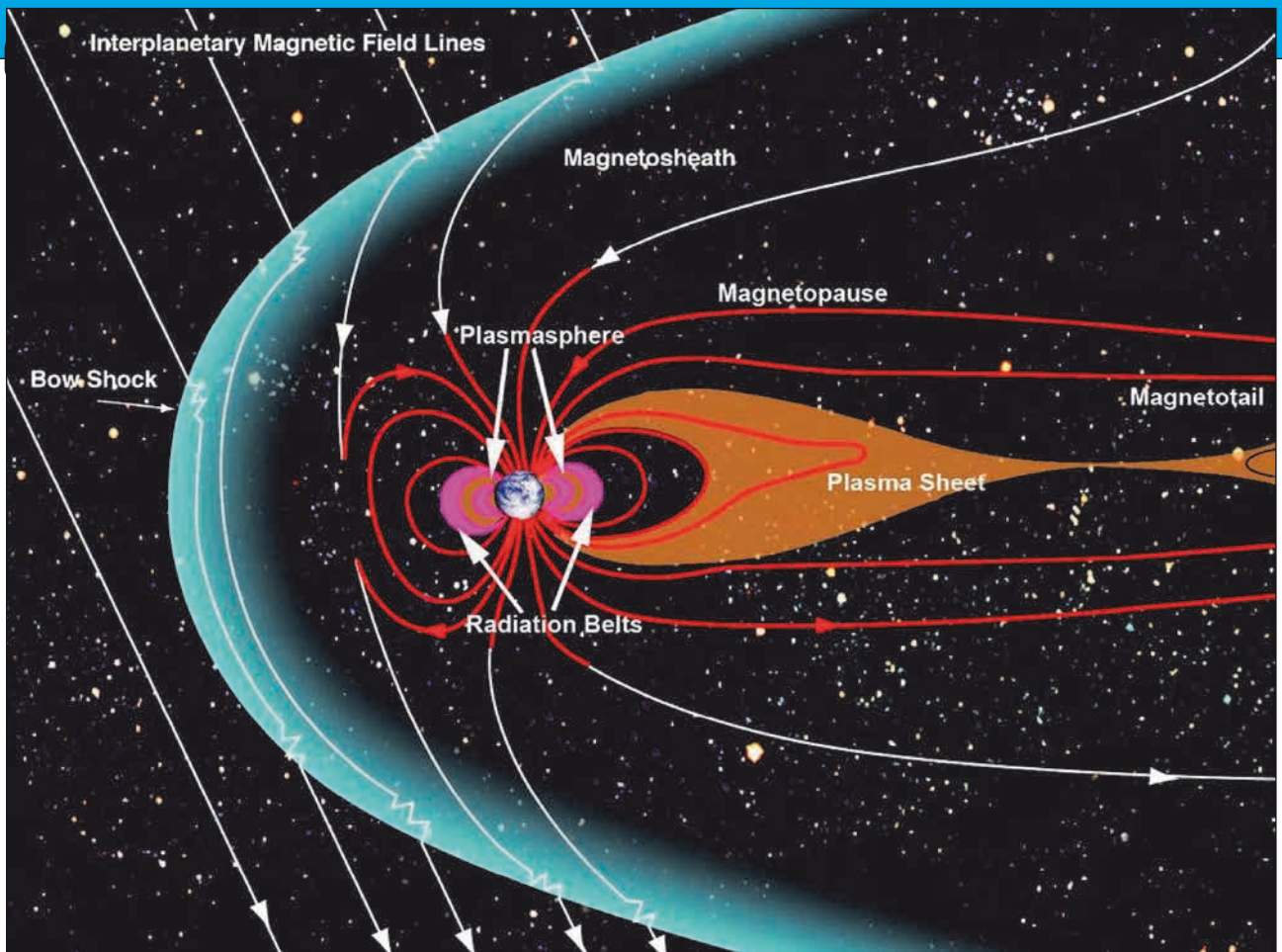
\* Ph.D., tudományos főmunkatárs, ELTE Geofizikai és Űrtudományi Tanszék, Űrkutató Csoport, ORCID: 0000-0003-4897-9900

\*\* Ph.D., tudományos főmunkatárs, MTA–ELTE Geológiai, Geofizikai és Űrtudományi Kutatócsoport, ELTE Geofizikai és Űrtudományi Tanszék, Űrkutató Csoport

\*\*\* Az MTA doktora, egyetemi tanár, ELTE Geofizikai és Űrtudományi Tanszék, Űrkutató Csoport, MTA CSFK

\*\*\*\* Az MTA doktora, egyetemi magántanár, ELTE Geofizikai és Űrtudományi Tanszék, Űrkutató Csoport





1. ábra. A magnetoszféra szerkezete (Fotó: NASA)

zódik a felső tartományokra, hatása leér egészen a bolygó felszínéig.

Az egyik legmeghatározóbb űridőjárás hatás, ami a Föld felső légkörét éri, a Napból felénk áramló energia- és részecskesugárzás (napszél), ami, ha akadály nélkül elérné a bolygónk felszínét, nemcsak a szénléc alapú élet minden formáját semmisítené meg, de gyakorlatilag szinte „elfújná” teljes atmoszféránkat.

A Föld azonban – a méretéhez képest is jelentős mágneses terének és az ebből adódóan kialakult buroknak, a magnetoszférának köszönhetően – több mint 3,5 milliárd éve hordoz életet, a bioszférát. Az emberiség ehhez a bioszférához tette és teszi hozzá az utóbbi néhány évszázadban mindazt a technikai vívmányt, eszközrendszert és szolgáltatást, amivel életét és vele az egész bolygót alapvetően megváltoztatta. Ezt nevezzük technoszférának (2. ábra). Mind a bioszférára, mind a technoszférára nagyon komoly hatással van az űridőjárás (space weather).

### Az űRIDŐJÁRÁS

Az űrkutatás és gyakorlati alkalmazási területei folyamatosan és dinamikusan fejlődő és bővülő szektorában az űridőjárás vizsgálata kiemelten fontos.

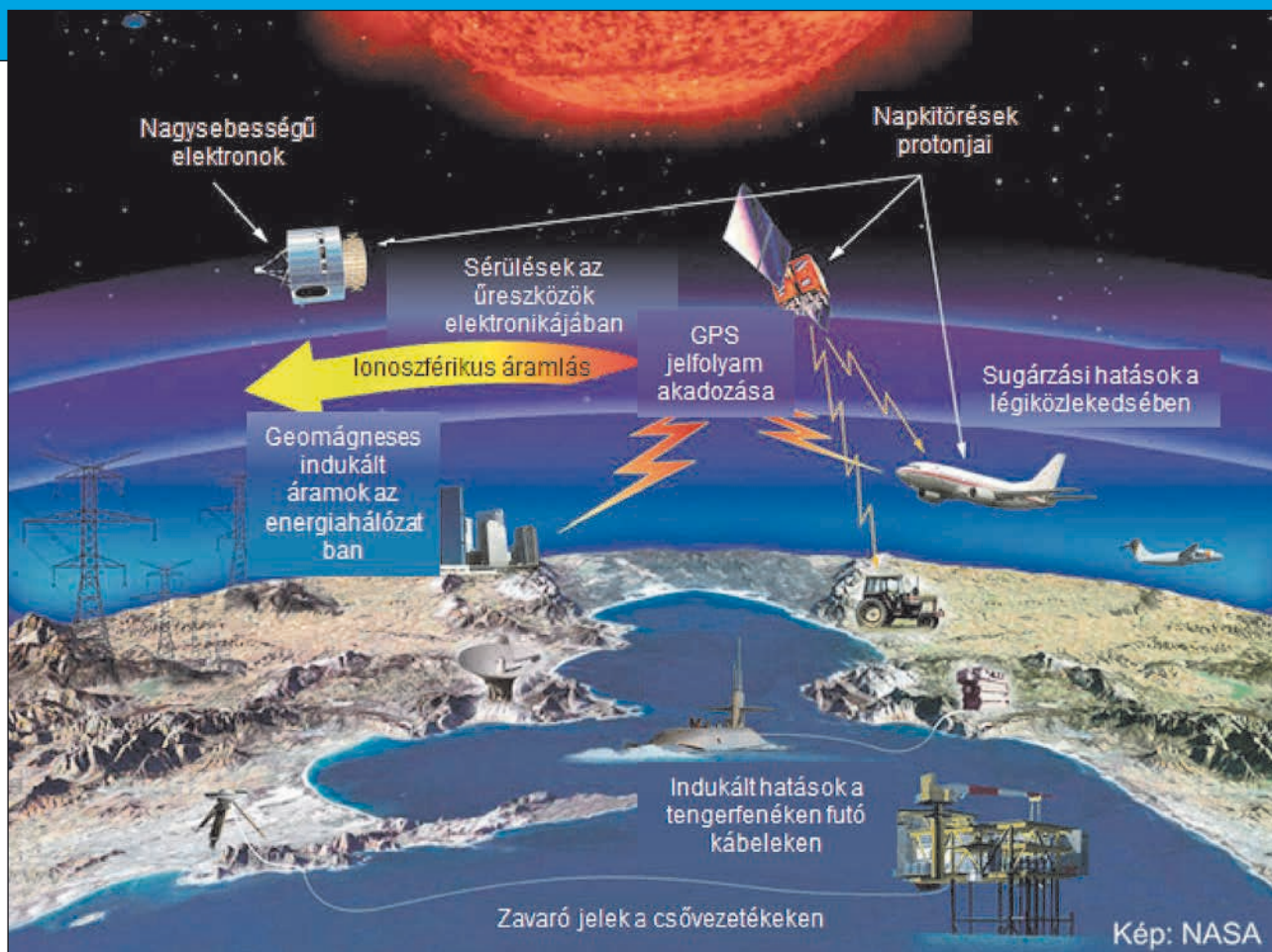
A Napból és a galaktikus háttérsugárzásból Földünket rendszeresen, változó mértékben éri nagyenergiájú röntgen- és gamma-sugárzás, valamint részecskezápör, ami a földi mágneses térrel kölcsönhatásban hozza létre a sugárzási öveket, és mágneses viharokat idéz elő a magnetoszférában. Ma már tudjuk, hogy ezek a hatások a teljes bioszféra működésén túl az űrtevékenységen alapuló technikai eszközeinket is befolyásolják, sőt egyes vizsgálatok még az

emberi társadalmi-gazdasági folyamatokban is kimutattak naptevékenységgel korrelációban lévő változásokat.

A mai emberiség életét alapvetően meghatározó számos szolgáltatás, mint a meteorológia, a hírközlés, a távközlés, a navigáció, a távérzékelés, a katonai hírszerzés és egyéb katonai tevékenység, műholdak egész rendszerén alapul. Jelenleg közel 8000 űreszköz kering a Föld körül (és még ennél is nagyobb számú ún. űrszemét, ami szintén veszélyforrásként jelentkezik). Nyilvánvaló tehát, hogy minden ma élő ember életét alapvetően érinti, ha ezek az űreszközök rövidebb-hosszabb időre, vagy akár véglegesen használhatatlanná válnának egy űridőjárás esemény bekövetkezésekor. Előfordulhat az is, hogy hirtelen megváltozhat a keringő objektum pályája, ami akár az űreszköz elvesztéséhez is vezethet, ahogy az 2012-ben történt az akkor már 10 éve működő, nagyméretű, 8 tonnás távérzékelő műhold, az Envisat esetében.

Több nagy napkitörést is feljegyeztek az ipari forradalom kezdete óta. A napkitörés erősségére jellemző öt fokozatú (A, B, C, M, X) logaritmusos skálán igazán jelentős eseményről az X fokozat esetén beszélünk. 1989-ben Kanadában okozott nagyon jelentős gazdasági károkat egy X19-es, azaz az X1-nél 19-szer erősebb napkitörés, sokmillió háztartásban áramkimaradást idézve elő. Azonban 1859-ben az ún. Carrington-esemény egy X190-es, azaz az X1-nél 190-szer, az 1989-es eseménynél tízszer erősebb napkitörés következett be.

Valamennyien el tudjuk képzelni, mit okozhat egy, az 1859-es kategóriához hasonló méretű esemény a mai civilizáció életében. Az űreszközöket nemcsak a nagyenergiájú sugárzás, de a sugárzási övekből kicsapódó nagyenergiájú, sokszor relativisztikus részecskék is teljesen tönkretethetik, gyakorlatilag „elsöpörve” a technoszféránkat üzemeltető eszközöket. Ezáltal akár teljesen össze is omolhat



2. ábra. A technoszféra (Grafika: NASA, a magyar felirat a szerzők munkája)

a földi hír- és távközlés, légiforgalmi irányítás, navigáció stb. További károkat okoz egy ilyen esemény a villamosenergia-átviteli földfelszíni rendszereinkben áramokat indukálva, sőt egyéb csővezetéseket is tönkretelhet az elektrokémiai korrózió jelensége is. Mivel a ma élő ember teljes mértékben a mai technológiákra alapozza mindennapjait, egy ilyen esemény nem 200 évvel röpitene minket vissza az időben, hanem (tűzész nélkül) a kőkorszakban találánk magunkat. Az űridőjárás vizsgálata tehát nem a kutatók hóbortja, hanem alapvető nemzetgazdasági és nemzetbiztonsági kérdés.

## A MAGNETOSZFÉRA ALAPVETŐ FOLYAMATAI

A magnetoszféra a mágneses tér és elektromosan töltött részecskék elegyének (plazma) összessége, amelyen áthaladnak a világűrben, illetve a Föld felszínéről származó elektromágneses hullámok. Így az itt előforduló jelenségek, amelyek vizsgálata döntő fontosságú az űridőjárásban, e három „szereplő” kölcsönhatásából születnek meg.

Az egyik legfontosabb ilyen kölcsönhatás a plazmaszférában zajlik. Ez a magnetoszféra belső, hideg, kis energiájú (1 eV), nagy sűrűségű (100–10 000/cm<sup>3</sup>), egyszerűen ionizált gázokat (H, He, N, O) és elektronokat tartalmazó, a földfelszín felett 1000 km távolságban kezdődő és kb. 4–5 földugár távolságig tartó része. A földfelszíni elektromágneses aktivitásból (villámtevékenység, vulkanikus aktivitás, nukleáris vagy tektonikus jelenségek) származó rádióimpulzusok az erővonalak mentén terjedve kijutnak a Földdel együtt forgó, ám helyét és alakját dinamikusan változtató plazmaszférába, kölcsönhatásba kerülnek a részecskékkel, és jelentős távolságot bejárva jutnak vissza a felszínre, sokszor az ellentétes féltéken. Mivel átjárják a teljes plaz-

maszférát, terjedési körülményeikre jól jellemző adatokat kaphatunk megfigyelésükből (3. ábra). Ezek a jelek jellemzően az ULF–ELF–VLF tartományba (1–20 kHz) tartoznak, így átalakítva hallhatóvá tehetők, mélyülő füttyre emlékeztető hangjuk alapján a whistler [magyarul: füttyös, füttyülő] elnevezést kapták, és tekinthetjük őket akár a szférák zenéjének is (Storey 1953, Carpenter 1963). Vizsgálatukkal egy nagyon hatékony plazmadiagnosztikai eszközhöz jutunk, mivel a Föld egyes helyein évente több tíz- vagy százezer, de az Antarktiszon akár évi több millió whistler is detektálható (Helliwell, 1965, Lichtenberger et al. 2008, Collier et al. 2011).

Egy másik, hasonlóan fontos kölcsönhatás a sugárzási (vagy Van Allen-) övekben a mágneses erővonalak által csapdába ejtett nagyenergiájú részecskék és elektromágneses hullámok között lép fel. A belső öv nagyjából 1,2–3 földugár távolságban található és 100 keV energiájú elektronok, valamint 100 MeV energiájú protonok alkotják, míg a külső öv, amelyik 3–10 földugár távolságban helyezkedik el, és legnagyobb sűrűségű része kb. 4–5 földugárnál van (azaz a plazmaszféra határával, a plazmapauzával egybeesve), ahol akár relativisztikus (1–10 MeV) is lehet az elektronok energiája. E részecskék forrása a napszél, amelyből a belső magnetoszférába jutva mozgási energiájuk megnövekszik. A külső sugárzási övben elektromágneses hullámokkal „találkoznak” és kölcsönhatásba kerülnek, amelyek eredményeként energiájuk jelentősen megnő. Ez az energiatartomány már komoly károkat tud okozni a magasabb, akár geoszinkron pályán keringő műholdak, űreszközök elektronikájában is. Ma már ismert a tény, hogy e részecskék, bizonyos elektromágneses hullám-részecske kölcsönhatások során többletenergiahoz juthatnak és ilyenkor kicsapódva, az űreszközök számára veszélyes, relativisztikus részecskék már képesek arra, hogy lejussa-



nak az alacsonyabb pályákon keringő eszközökig is (pl. Horne et al. 2005, Bortnik et al. 2008).

Végül fontos megemlítenünk egy harmadik kölcsönhatástípust is, ami a Napból a belső magnetoszférába jutó részecskéknek a Lorentz-erő által okozott, erővonal menti spirálmozgásán túl, az inhomogenitás és a gravitációs tér jelenléte miatti járulékos sodródásából („drift”) adódik, merőlegesen az inhomogenitás gradiensére és a gravitációs térre, valamint a részecskék pozitív / negatív töltésének függvényében ellentétes irányú. Ez a jelenség egy keleti-nyugati gyűrűáram, amelynek mágneses tere gyengíti a földi mágneses teret, részecskéi közepes energiájúak (10 keV–200 keV, 10–100/cm<sup>3</sup>).

Az űridőjárás eseményeket tehát röviden úgy foglalhatjuk össze, hogy a Napból érkező nagyenergiájú részecskék egyrészt bejutnak a belső magnetoszférába, megerősítik a gyűrűáramokat és gyengítik a földi mágneses teret, valamint hatásukra áram keletkezhet az ionoszférában vagy akár a felszínen is. A nagyenergiájú részecskék továbbá egyrészt veszélyt jelenthetnek a magasabb pályákon keringő űreszközökre, másrészt a sugárzási övekben a részecske-hullám kölcsönhatások során extra energiához juthatnak és kicsapódva már alacsonyabb pályájú űreszközökre is veszélyessé válnak, megváltoztatva, vagy akár végzetesen lerombolva bennük a félvezető átmeneteket.

Ahhoz, hogy az űreszközöinket megóvjuk a károsodástól (pl. riasztás esetén stand-by üzemmódba kapcsolva őket), jó modellekkel kell dolgoznunk, és – a Nap viselkedésének egyre pontosabb tanulmányozásán túl – folyamatosan monitoroznunk kell a Föld elektromágneses környezetét. E modellek egyik legfontosabb paramétere a plazmasűrűség, mint a hullám-részecske kölcsönhatások egyik legfontosabb adata. A töltéssűrűség meghatározásában jut nagyon fontos szerep a whistlerek mérésének és modellezésének, amelyen keresztül nagyon pontos közegjellemző adatokat tudunk meghatározni (Ferencz et al., 2001).

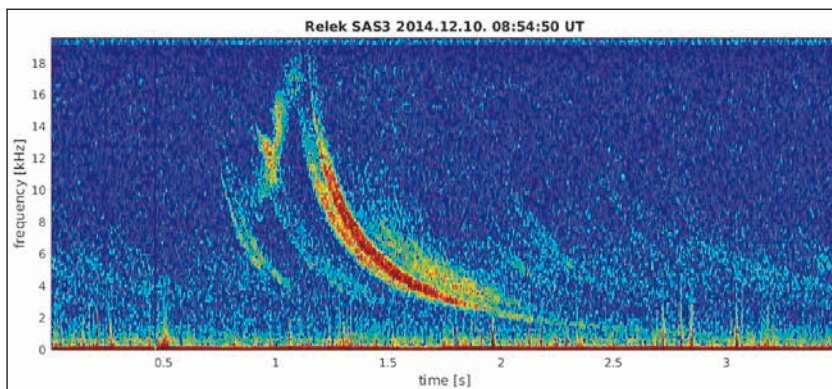
Elmondható, hogy az egész világ űrtevékenységében meghatározó űridőjárás vizsgálatok a NASA, az Orosz Űrügynökség (Roszkoszmosz) és az Európai Űrügynökség (ESA) tevékenységében is nagy hangsúlyt kapnak. Az ESA űrkörnyezet- és Föld-figyelő programjainak célja (Space Situational Awareness, SSA és Earth Observation, EO) az űridőjárás, az űrszemét és a földközeli objektumok figyelése és a lehetséges riasztások, beavatkozások módszereinek kifejlesztése. Ezek olyan új szolgáltatások, amelyek hamarosan a már eddig felsorolt, űrszegmensre alapuló szolgáltatásokhoz hasonló tudományos és gazdasági jelentőséggel rendelkeznek majd.

E projektek részben földi, részben műholdas megfigyeléseket és méréseket használnak. Ebben a cikkben csak a műholdas mérésekről ejtünk szót.

### MAGYAR HULLÁMMÉRÉSEK MŰHOLDAKON

A műholdak segítségével közvetlenül tudjuk mérni azokat az adatokat és paramétereket, amelyekre modelljeinkben szükségünk van, azonban nyilván drágább és bonyolultabb mérésekkel, mint a földi megfigyelések esetén.

Magyarországon az ELTE Geofizikai és Űrtudományi Tanszék Űrkutató Csoport számos hullámmérési kísérlet-



3. ábra. A RELEK műholdon a SAS3 által regisztrált whistler spektrogramja (Illusztráció: a szerzők tulajdona)

ben vesz részt az Orosz Tudományos Akadémia Űrkutatói Intézetével (IKI) és a Roszkoszmoszsal együttműködve, valamint számos más űridőjárás műholdas és földi kísérlet résztvevője az ESA, és más nemzetközi szereplők partnereként.

A Föld körüli műholdas, elektromágneses, elsősorban VLF-tartományba eső hullámmérések alapját a SAS (Signal Analyzer and Sampler) műszercsalád jelenti, amelynek első változata az Interkozmosz–24 műhold fedélzetén startolt még 1989-ben, és több évig sikeresen végezte a hullámméréseket.

A továbbfejlesztett SAS–2-K2-es 2006-ban a Kompas–2 orosz–magyar–ukrán műhold fedélzetén repült, és a magyar mérésekkel sikerült először igazolni az ún. vezető terjedést whistlerek esetében műholdas adatokból (Ferencz et al. 2009).

2012-ben sikerrel állt pályára a Csibisz-M orosz–magyar–ukrán műhold a Progressz teherűrhajó segítségével, fedélzetén a SAS–3-Ch műszerrel. A küldetés célja a földi villámtevékenység és az ahhoz kapcsolódó röntgen-, gamma-, és VLF-hullámok vizsgálata volt (ahogy azt a műhold nevében található M, azaz „molnyija”, villám is jelzi). Ennek a kísérletnek a folytatása lesz a Csibisz-AI („atmospheric and ionospheric”), amely kifejezetten a viharzónák optikai, röntgen felvillanásainak, elektromágneses aktivitásának tanulmányozását tűzte ki célul, részben a Vénusz, részben a földi klímaváltozás folyamatainak tanulmányozásához is segítséget nyújtva (Novikov et al., 2009).

2013-ban startolt az orosz–magyar együttműködésben készült Vernov/RELEK műhold, fedélzetén a SAS–3-R műszerrel, ennek a kísérletnek elsődleges célja a nagyenergiájú, relativisztikus elektronok vizsgálata volt.

Szintén 2013-ban, egy 5 órás űrséta keretében sikerrel szerelte fel két orosz kozmonauta a Nemzetközi Űrállomás (ISS) orosz szegmensének külső felületére az Obsztanovka kísérlet műszerét. Ez az orosz–magyar–ukrán–lengyel–svéd–angol együttműködésben készült, két egységből álló műszeregyüttes a nagy kiterjedésű fémtárgy, az űrállomás földi ionoszférában, plazmában történő mozgása során fellépő jelenségeket vizsgálta. Ennek a kísérletnek a második fázisa, az Obsztanovka–2 magyar ötlet alapján kiegészül három „űrbójával” és továbbfejlesztett hullámtani mérésekkel is, az ISS külső környezetének részletesebb tanulmányozása érdekében.

A Trabant („Darabont”, azaz „Kísérő”) orosz–magyar űrkísérlet pedig olyan egyedülálló, rendkívül komoly műszaki kihívásokat jelentő küldetés lesz, amely – reményeink szerint korábban soha nem tapasztalt részletességű űridőjárás vizsgálatokat tesz majd lehetővé.

## A TRABANT ŰRKÍSÉRLET

A Trabant – azaz Kísérő – műhold tervezési fázisa 2016-ban kezdődött el. Az egység úgynevezett mikroműhold kategóriába tartozik majd, ami azt jelenti, hogy össztömege az 50–60 kg tartományt nem haladhatja meg (4. ábra). Ez azért nagyon lényeges, mert pályára állítása a Csibisz műholdakhoz hasonlóan a Progressz teherűrhajó segítségével történik, azaz a teherűrhajó a Nemzetközi Űrállomásról leválva kissé felemelkedik majd, és dokkolónyílásából egy rugós szerkezet segítségével állítja pályára a műholdat. Ebből az is következik, hogy a Trabant egység pályája az ISS-éhez hasonló, magassága 450–500 km, a pálya inklinációja  $51^{\circ}$ – $55^{\circ}$  lesz.

A műhold hullámméréseket végző legfontosabb műszere a SAS-3-T egység lesz, de magyar fejlesztésű lesz a fedélzeti számítógép, a digitális adatgyűjtő, a nagysebességű adatátvitelt megvalósító fedélzeti adó és telemetria rendszer is. Ez azt jelenti, hogy a teljes egység több mint 50%-a magyar fejlesztés, azaz az eddigi legnagyobb arányú hozzájárulást fogja adni a magyar űripar egy kiemelkedő tudományos műhold megépítéséhez. Ezzel Magyarország nemcsak egy, a világ élvonalába tartozó tudományos-technológiai kísérlet részese lesz, de alanyi jogon az összes tudományos adat és eredmény elsők közötti felhasználására is jogosulttá válik, valamint komoly referenciát szerez hasonló missziókban való részvételhez is.

A műhold legnagyobb újdonsága – ami elvileg nemzetközi szinten is megkülönbözteti minden eddigi hasonló űrkísérlettől – az a célkitűzés, hogy a műhold minden, a pályája mentén mért adatot nagy felbontásban rögzít és továbbítja a Földre. Ez a teljes működési időt (kb. 5 év) alapul véve 250 TByte adattömeg, azaz napi közel 125 GByte adat begyűjtését és tárolását, valamint továbbítását jelenti a földi vevőállomások felé. Mivel a műhold keringési ideje kb. 90 perc, és 3 földi vételi pontnál többet jelenleg nem lehet feltételezni, ez napi két áthaladást, és körülbelül 10 perces átvonulási időt feltételezve egy földi vételi pont fellett azt jelenti, hogy naponta csak átlagosan 60 perc idő áll rendelkezésre az adatok lesugárzására („down link”). Ez még egy több tonnás hírközlési műhold számára is komoly feladat, egy kisméretű, kis össztömegű mikroműhold esetén pedig óriási műszaki kihívás.

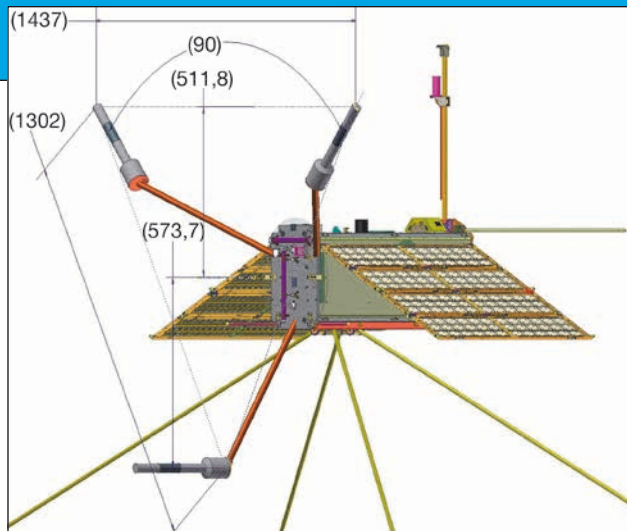
További nehézséget jelent, hogy a Trabant mikroműhold esetében kifejezett preferencia a tervezés során, hogy elektromágnesesen rendkívül kis zajú, azaz „csendes” műholdat kell megépíteni, lehetővé téve a zaj minimalizálást, és így tudományos szempontból a lehető legpontosabb elektromágneses méréseket végezve a Föld ionoszférájában.

A műhold saját működési, úgynevezett „housekeeping” adatait az S-sávban (2,2–2,4 GHz), míg a tudományos mérési adatok „down link” lesugárzását az X-sávban (8 GHz) végzi majd. Ez a földi vevőállomások számára is kihívást jelent, mert mindkét sávban nagy adatsebességű és kis zajú vételi feltételeinek kell megfelelni.

A SAS-3-T műszer a korábbi változatok továbbfejlesztésével képessé válik arra, hogy a 0,1 Hz – 80 kHz tartományban kis zajjal, folyamatosan mérje az elektromágneses sugárzás mind a hat komponensét. Ez a világon jelenleg egyedülálló hullámmérési követelményt jelent.

Egy nagyfrekvenciás (100–150 MHz tartományban működő) plazmasűrűség-mérő egység fogja mérni a plazmasűrűség-fluktuációkat, ebben a mérésben szintén szerepet kapnak magyar mérnökök.

Összegezve elmondhatjuk, hogy a Trabant-küldetés forradalmian új méréseket eredményezhet az űridőjárás kutatásokban és az a tény, hogy ebben a kísérletben kiemelke-



4. ábra. A Trabant műhold szerkezeti rajza (Illusztráció: a szerzők tulajdona)

dő a magyar részvétel aránya, hatalmas elismerés a magyar űrkutatás és űripar szereplőinek.

## HIVATKOZÁSOK

- Bortnik J., Thorne R. M., Meredith N. P., 2008: The unexpected origin of plasmaspheric hiss from discrete chorus emissions. *Nature* 452, 62-66. DOI: 10.1038/nature06741;
- Carpenter D. L., 1963: Whistler evidence of a knee in the magnetospheric ionisation density profile. *J. Geophys. Res.* 98, 1676 DOI: 10.1029/jz068i006p01675;
- Collier A. B., Lichtenberger J., Clilverd M. A., Steinbach P., Rodger C. J., 2011: Source region for whistlers detected at Rothera, Antarctica. *J. Geophys. Res.* 116, A03219, DOI: 10.1029/2010JA016197;
- Ferencz Cs., Ferencz O. E., Hamar D. Lichtenberger J. 2001: Whistler Phenomena, Short Impulse Propagation. Astrophysics and Space Science Library Kluwer Academic Publisher, ISBN 0-7923-6995-5, Dordrecht, Netherlands DOI:10.1007/978-94-015-9642-8;
- Ferencz O. E., Bodnár L., Ferencz Cs., Hamar D., Lichtenberger J., Steinbach P., Korepanov V., Mikhaylova G., Mikhaylov Yu., Kuznetsov V. 2009: Guided whistlers propagating in higher order guided mode and recorded on board of Compass-2 satellite by the advanced Signal Analyzer and Sampler SAS2. *J. Geophys. Res.* 114., A03213, DOI: 10.1029/2008JA013542;
- Helliwell R. A., 1965: Whistlers and related ionospheric phenomena. Stanford University Press, Stanford;
- Horne R. B., Thorne R. M., Shprits Y. Y., Meredith N. P., Glauert S. A., Smith A. J., Kanekal Sh., G., Baker D. N., Engebretson M. J., Posch J. L., Spasojevic M., Inan U. S., Pickett J. S., Decreau P. M. E., 2005: Wave acceleration of electrons in the Van Allen radiation belts. *Nature* 437, 227-230. DOI: 10.1038/nature03939;
- Lichtenberger J., Ferencz Cs., Bodnár L., Hamar D., Steinbach P., 2008: Automatic Whistler Detector and Analyzer (AWDA) system. Automatic Whistler Detector. *J. Geophys. Res.* 113, A12201, DOI: 10.1029/2008JA013467;
- Novikov D. I., Klimov S. I., Korepanov V. E., Marusenkov A. A., Ferencz Cs., Lichtenberger J., Bodnár L., 2009: Magnitno-volnovoj kompleks mikrospuznitsa „Tsibis-M” dla izutsenia kozmitseskoj pogodi. In: Missia „Tsibis-M”, ed. by Hazirova R. R., IKI-RAN Moskva, pp. 78–89;
- Storey L. R. O., 1953: An investigation of whistling atmospheric. *Phil. Trans. R. Soc., Series A* 246, 113-141 DOI: 10.1098/rsta.1953.0011.

Szatmári András\*

# 7,62 mm-es AMP puskagránátlövő gépkarabély **II. rész**

## A GRÁNÁTLÖVŐ TÖLTÉNY

A gránátlövő töltényt (9. ábra) és a 43M gyakorlótöltényt (általánosan ismert nevén 43M vaktöltény) tilos felcserélve használni. A gránátlövő töltény – ezüstsínű csúcsa miatt – nem összetéveszthető a gyakorlótölténnyel.

A gránátlövő töltet lőportartalma 2,04 g piroxilines (egy-bázisú nitrocellulóz) 1 lyukú csőlőpor (3200 kJ/kg égéshővel). Ez a 43M PSz acélmagvas élestöltény lőporadagjának 127,5%-a. Ez a mennyiség még normál csőhossznál is akkora gáznomást produkál a gázátömlő furatnál, hogy a mozgó alkatrészek és a tok maradandó szerkezeti elváltozást szenvednének gázcsap lezárása hiányában. A gránátlövő töltény tömege 9 g. Csomagolása: polietilén tasakban, egyenként csomagolva, a puskagránátok polisztirol hab csomagolásába ágyazva.



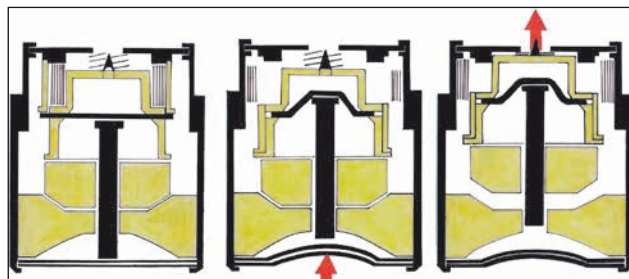
9. ábra. Gránátlövő töltény

## PGK ÉS PGR PUSKAGRÁNÁTOK

A puskagránátok moduláris jellegűek, a puskagránát részei egymáshoz metetes illesztéssel kapcsolódnak. Az éles gránátok teljes egészükben zöldek. A PGK, PGR puskagránátok azonos szerelt hajtóművel (10. ábra) vannak ellátva. Ez gyártási szempontokból előnyös, mivel csak egyfajta terméket kell gyártani.

A hátsó stabilizáló szárnyak a 68M páncéltörő gránátvetőéhez hasonlóak (ez a konstrukció szolgálat alapul), a szerkezet 6 db 9°-ban döntött stabilizátor szárnyat használ. A rakétahajtómű egy darab kétbázisú, egylyukú csőlőporral üzemel. A fúvókák 30°-ban térnek el radiálisan és 4°-ban jobbra a tengelyhez képest (tangenciálisan), ezzel biztosítják a legfeljebb 25-30 fordulat/másodperces forgást a stabilizátor szárnyakkal együtt. A forgás sebességé-

10. ábra. Szerelt hajtómű



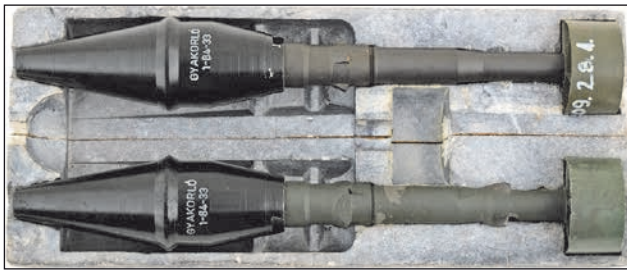
11. ábra. A DC-1M gyújtó működése

nek a szükséges minimum környékén tartása fontos, mivel a kumulatív sugár kialakulására a magasabb fordulatszámok kedvezőtlenül hatnak (a repeszgránátoknál ilyen probléma nincs). Az indítócsövet lövés előtt a PGK puskagránátnál polisztirol habdugó, a PGR puskagránátnál műanyag toldat óvja a szennyeződésektől, amelyet a gránáton lévő „T” alakú nyúlványra lehet rögzíteni.

A szerelt hajtóműben található a DC-1M gyújtó, amely egy mechanikus csapódó gyújtó tekercsrugós késleltetővel, amely biztosítja a 15 méteres lepelbiztonságot (11. ábra). A puskagránát lövésnél a kilövőtöltény lőporának égéséből származó nagy nyomású gázok benyomják a DC-1M gyújtó fenékrészén található membránt. Emiatt a hosszirányú tengely deformálja a biztosító acélszálat, aminek hatására a rugóbiztosító-gyűrű felszabadul és lecsúszik a gyorsulás hatására. A tekercsrugó kitekeredik és az ütőtömb, valamint az ütőszeg szabaddá válik. Repülés közben az ellenrugó biztosítja, hogy ne történjen korai elműködés és robbanás.

A rakétahajtómű indítása a kivetés után némileg késleltetve történik. Az indítótöltény gázainak hatására a DC-1M gyújtó élesedik és a rakétalőpor gyullasztó lőpora meggyullad (ez adja a minimális késleltetést). A rakétalőpor begyulladásakor a rakétahajtómű 4 db, kifelé 30°-ban elhelyezett fúvókáján kiáramló gázok kilökik a bennük levő polisztirol golyókat. Ekkor a gránát még az indítócsövön tartózkodik, a lövész biztonságát a fúvókák elhelyezése biztosítja. A gránátot ebben a fázisban egyszerre gyorsítja a kilövőtöltény gáznomásából származó erő és a rakétahajtómű tolóereje. A csőtoldatról való lelépéskor a rakétahajtómű még mindig tolóerőt fejt ki, viszont a kilövőtöltény gázai a csőtorkolaton történő kiáramlaskor már csak részben gyorsítják a gránátot és a kiáramlás során a stabilizátor szárnyakra hatva mindenképpen minimálisan kitérítik a célzott röppályáról. Ez a szöghiba véletlenszerű eloszlású, és a működő rakétahajtómű erre a hibás röppályára stabilizálja a gránátot. A rakétahajtómű gyorsítási szakasza körülbelül 0,10–0,15 s-ig tart, ezalatt az idő alatt a teljes lő-

\* Hadnagy. HM Hadtörténeti Intézet és Múzeum, ORCID: 0000-0002-2402-8759



12. ábra. Polisztirol habba ágyazott gyakorló puskagránátok (hiányos hab)

portöltet elég, ezután a gránát ballisztikus pályán mozog. A maximális sebességet (93 m/s) körülbelül 10 méter után éri el. Az oktató puskagránát maximális sebessége (csak a kilövőtöltény gyorsít) 30 m/s.

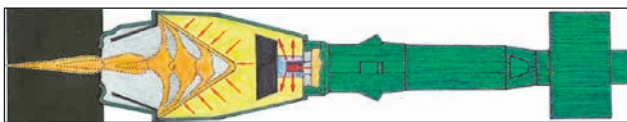
A puskagránátok csomagolása polisztirol habban történik, változó kivitelben. A csomagolóládában 8 db lefóliázott, polisztirol habba ágyazott gránát (12. ábra) található. Egy csomagolóláda tartalma a 24 db PGK és 16 db PGR változattól a 40 db PGR puskagránátos változatig módosulhat. A habbetétben a puskagránátok aránya variálható. Összesen 5 db puskagránát elhelyezésére van lehetőség, ebből három helyen helyezhetők el PGK puskagránátok. A képen látható elrendezésben legfeljebb 2 db PGK és 1 db PGR puskagránát lenne elhelyezhető (vagy 3 db PGR, stb).

Az éles puskagránátokat alapvetően kettő rendszeresített típusú gránátfejjel gyártották. Ezek a kumulatív (PGK) és a repesz (PGR) gránátok voltak.

A PGK gránátfej működési elve (13. ábra) kumulatív hatáson alapul. A töltet peremezett, alumínium testbe foglalt hexogén, a bélés kúp anyaga vörösréz és alumínium terelő kúppal van ellátva. Gyutacsa TAT-1T az alumínium csészébe sajtolt tetril detonátor indítására. Az orrkúpon ún. rogyókúpokat alakítottak ki, amelyek becsapódáskor az ideális távolságra csúsznak össze, hogy megfelelő távolságot biztosítsanak a kumulatív sugár kialakulásához.

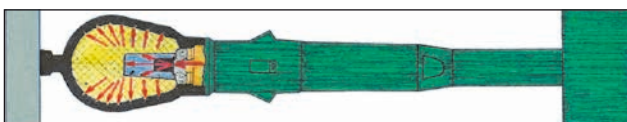
Becsapódáskor az orrkúp (40-50 mm-t) „berogy”. Nem merőleges becsapódás esetén a rogyókúpok rogyása a bélés kúpot előnyösebb helyzetbe pozicionálja. A DC-1M gyújtó ütőszége a tehetetlensége folytán előremozog, és működésbe hozza a gránátot. A töltet detonálásakor kialakuló nyomáshullám miatt a vörösréz bélés kúpból kialakul a kumulatív sugár, ami a páncéllemezt „átüti” (kimossa), régebbi terminológia szerint a páncélt „átégeti”.

A repeszgránát repeszképző burkolata az öntött acélköpenye, amely körte alakú. A külső palást csúcsán „T” alakú nyúlvány található, amelyre csatlakoztatható a műanyag toldat, amely szállítási helyzetben az indítócsőben helyezkedik el. Az acélköpeny belső felületén hosszanti és keresztirányú hornyok találhatóak, amelyek a repeszképző-



13. ábra. PGK működés

14. ábra. PGR működés (műanyag toldat nélkül)

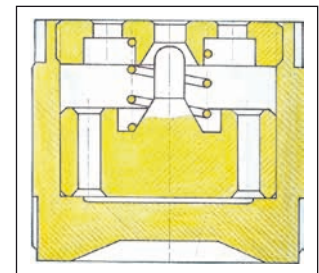


dést segítik elő. Az öntött trolol robbanótöltetben kap helyet a tetril detonátor és a TAT-1T gyutacs. Becsapódáskor a DC-1M gyújtó ütőszége a fentebb is említett módon, tehetetlenségének folytán elindítja a gyújtási láncot (14. ábra). A detonáció hatására az acéltest közel a hornyok mentén törik. A toldat felszerelése jelentősen növeli a tömör leküzdési sugarat. Ez azt jelenti, hogy a gránát a műanyag toldat miatt a föld felett detonál. Ezért jelentős mennyiségű repesz nem a földre csapódik, mint a toldat nélküli detonációkor. Ez azt eredményezi, hogy több repesz, nagyobb területen képes kifejteni a hatását.

### KIKÉPZÉSI GRÁNÁTOK

A kiképzéshez használt gránátok négy csoportba rendezhetők. Az éles gyakorlógránátok harcászati és löelőkészítő foglalkozásokon használt tömeg és alakhelyes imitációs eszközök, amelyek pirotechnikai résszel rendelkeznek. Jelölésük a gránát neve utáni „GY” utótag. A gyakorló gránátok azonosak az éles gyakorlókkal, de pirotechnikai elemet nem tartalmaznak. Jelölésük nagybetűs „GYAKORLÓ” felirat. Ezek a csőtoldatra való felhelyezés, célzás, löelőkészítő foglalkozások megtartása miatt voltak fontosak. A metszet-puskagránátok az anyagismereti foglalkozásokhoz nyújtottak segítséget. Az OPG oktató puskagránátok a puskagránáttal való lövészet fogásainak, a fegyver kezelésének elsajátítása és gyakorlása, a gránátlövésnél fellépő erőhatásokhoz való szoktatáshoz voltak megfelelőek.

A PGR-GY második változata NIKE 12-es riasztó hangjelző tölténnyel tölthető eszköz, amelynek ehhez módosított gyújtója (15. ábra) van. A PGK-GY gránátoknál az éles hajtóműben vak DC-1M gyújtó található.



15. ábra. PGR-GY gyújtó

### EGYÉB GRÁNÁTOK

A fentebb említett gránátokon kívül sok egyéb fejlesztés is történt a gránátok terén. A KFPG könnyűfakasztó puskagránátot karhatalmi feladatokra fejlesztették ki. A KFPG gránátokból több sorozatot is legyártottak a Munkásőrségnek és a Belügyminisztériumnak. Kísérleti fázisban volt a lövedékcspadás indítású indítócsővel rendelkező gránát is, amelyet 43M PSz karabélytölténnyel lehetett indítani. A kísérletek sikeresek voltak, az ilyen indítású gránátok indítócsöveiről vizsgálati céllal metszetek is készültek, de végül nem rendszeresítették azokat. Tervben, illetve korai kísérleti fázisban volt még több gránáttípus is, legjelentősebb képviselőik a napalm-, a ködgránátok voltak.

### ÖSSZEHASONLÍTÁSOK

HSN (hátrasiklás nélküli) fegyverekkel való összehasonlításánál, például a kézi páncélelhárító gránátvetőkkel (pl. RPG-7-es), sokszor arra a következtetésre juthatnánk,



hogy a puszkagránát fölösleges, hiszen a HSN kézi páncél-elhárító eszközök sokkal jobb hatótávolsággal és páncélrombolási képességgel rendelkeznek. Azonban fontos a működésből adódó jelenségek, a fiziológiai hatások, a harcászati mozgékonyaság, az önvédelmi képesség, a rajban elfoglalt hely elemzése is. A kézi páncél-elhárító gránátvető eszköz rajfegyver két főből álló kezelőszemélyzettel (kollektív löfegyver), amely az irányzóból és a segédírányzóból áll. Az irányzó fegyvere a kézi páncél-elhárító gránátvető és pisztoly, a segédírányzó gépkarabély. A puszkagránátvető gépkarabély egyéni lövészfegyver. Rendeltetésük is merőben különbözik. A kézi páncél-elhárító gránátvető rendeltetése az ellenséges páncélozott eszközök pusztítása, a puszkagránátvető gépkarabélyé pedig az ellenséges könnyen páncélozott eszközök, könnyű fedezékek pusztítása (kumulatív gránát), illetve az ellenséges élőerő pusztítása (repszgránát), a saját erők rejtése (kódgránát) stb. Az egyik eszköz egy külön szakfeladatot lát el, a másik pedig kiegészíti a lövész képességeit.

Egyszerű példaként nézzük a PRG-7-es kézi páncél-elhárító gránátvető PG-7V kumulatív gránátját és az AMP puszkagránátvető gépkarabély PGK kumulatív gránátját (3. táblázat).

3. táblázat. PG-7V, PGK (16. ábra) összehasonlítás

Fegyver	RPG-7	AMP
Gránát	PG-7V	PGK
Átütés 90°, homogén páncéllemez (mm)	260	212
Hatótávolság (m)	500	150
Fej-átmérő (mm)	85	62
Tömeg (kg)	2,2	0,67
Tűzgyorsaság (1/min)	4-6	4
Maximális sebesség (m/s)	300	93
Pásztázott lőtávolság (m)	330	117
Lőszerkészlet (db)	8 (17,6 kg 2 főnél 3 + 5)	3 (2,01 kg)

Amennyiben csak azokat az adatokat nézzünk, amelyek a konkrét páncélozott jármű elleni hatékonyságot mutatják, akkor valóban jobbnak mutatkozik a PG-7V gránát. Vizsgáljuk meg a lövész terhelését a két eszköznél. Az adatok szerint, két fő AMP gépkarabéllyal felszerelt lövész által hordozott tömeg 7 kg-mal kisebb, az RPG-7-es kézi páncél-elhárítóval felszerelt tűzpárnál. Továbbá az AMP gépkarabélyos katonák 150 db 43M PSz tölténnyel többel, viszont 2 db gránáttal kevesebbel rendelkeznek.

Vessünk össze néhány fontosabb biztonsági rendszabályt. Az RPG-7-es kézi páncél-elhárító gránátvetőnél a gránátvető mögött 30 méteren belül tilos élőlénynek tartózkodni, üzemanyagot, lőszert, robbanóanyagot elhelyezni, a

16. ábra. PG-7V (felül) és PGK (alul) gránátok (hozzávetőlegesen méretarányos)



gránátvető mögött tilos 2 méteren belül akadálynak lenni, tüzeléskor tilos a csőtorkolatnak 20 cm-nél közelebb lenni a talajhoz, a lövének 45°-os szögénél kisebb szögben elhelyezkedni a fegyver hossz tengelyéhez képest.

Az AMP gépkarabéllyal tilos éleslőszerrel gránátot indítani, tilos nyitott gázcsappal gránátot löni, tilos a csőtorkolatnak 15 cm-nél közelebb lenni tereptárgyhoz, tehát a hasonló vonatkozó biztonsági rendszabályok sokkal enyhébbek. Tehát harcászati helyigénye a puszkagránát lövészeknek jelentősen kisebb, és nem veszélyezteti a lövészkatonákat.

A cső alatti gránátvetők (4. táblázat, 17. ábra) talán közelebb állnak a puszkagránátvető gépkarabélyokhoz, mint a HSN fegyverek, hiszen szintén a lövész képességeit növelik. A cső alatti gránátvetők általában a mellső ágy alá csatlakoztatható szerkezetek. Önálló csővel, elsütő-szerkezettel rendelkeznek, kiszolgálásuk általában hátultöltő rendszerű egylövetű. Előnyük, hogy ugyanakkora terhelésnél a lövész több gránát szállítására képes, mint a nagyobb tömegű puszkagránátoknál. Viszont jelentős hátrányuk a fegyver többlettömege, amely a külön szerkezetből álló gránátvető miatt lép fel. A példának állított gránátvetők az amerikai hadseregben rendszeresített M203-as cső alatti gránátvető és az orosz GP-25-ös, cső alatti gránátvető. Mind a két típus 40 mm-es, gépkarabélyra szerelhető gránátvető, amely arra hivatott, hogy a lövészeknek olyan képességet adjon, amellyel eredményesebben veheti fel a harcot az ellenséges könnyen páncélozott célokkal, és nyíltan elhelyezkedő élőerővel szemben.

Manapság talán ez a legelterjedtebb kiegészítője a lövészrajoknak, amelyet a keleti és nyugati szomszédok arzenáljában egyaránt megtalálunk. Szimpatikus a viszonylag nagy, és könnyen hordozható lőszerkészlet. A gránátok könnyűek, kicsik, könnyen kezelhetők. A vető üzemeltetésénél csak alap lövészeti rendszabályok betartására kell szorítkozni a gránát biztonsági előírásain kívül, illetve a fegyverben sem igényel konstrukciós változásokat.

A táblázatból jól látható, hogy a puszkagránát nagyobb hatással rendelkezik a könnyen páncélozott harcjárművek ellen, területűz lövésére hatásosabb. Ez nem meglepő, hiszen a PGR gránát átmérője az AMP esetében 10 mm-el nagyobb (ebből adódóan a térfogata is jelentősebb, ami nagyobb mennyiségű robbanóanyagot jelent). A lövész teljes terhelésében (lőszerkészlet, vető és alapfegyver össztömege) nem mutatkozik jelentősebb eltérés. A hátraható energiák viszont – a cső alatti gránátvetők esetén – az éles lövésnél fellépőknek csaknem 6-8-szorosai. Így a lövész igénybevétele jelentős a cső alatti gránátvetőknél nem alkalmazott amortizátorok hiánya miatt.

A puszkagránátokkal való összehasonlításnál (5. táblázat) a repesz és a kumulatív gránátok közül egy nyugati állam, egy keleti blokkhoz tartozó állam és az AMP puszkagránátját vetettük össze.

Egyértelműen látszik, hogy a többi, rakéta póthajtás nélküli puszkagránát kezdősebessége, ezáltal lőtávolsága is messze elmarad az AMP puszkagránátjaitól. Ez laposabb röppályát és nagyobb pásztázó lőtávolságot is eredményez, amely harcászatiilag meghatározó jelentőségű. A rakéta póthajtás gyenge pontja a pontossága, mivel a póthajtás nélküli gránátok egy nagyságrenddel pontosabbak.

A kumulatív átütési szempontból a vizsgált nyugati gránát jobb eredményeket produkál, viszont ezt csak közelebbről tudja érvényesíteni, pásztázó lőtávolsága is elmarad a PGK-nál tapasztaltaktól. A repeszgránátoknál a sebesség- és lőtávolság-eltérés ugyanúgy a PGR puszkagránát javára tapasztalható. Emellett az alkalmazott toldat miatt a PGR puszkagránát repeszhatása is nagyobb.



**4. táblázat. Összehasonlítás cső alatti gránátvetőkkel**

Vető	GP-25	M203	AMP
Gránát	VOG-25	M406	PGR
Gránátvető irányzék	Ráépített	MWS M203	GO-1
Űrméret (mm×mm)	40 (hüvely nélküli)	40×46	–
Hatótávolság (m)	400	350	450
Legnagyobb átmérő (mm)	40	40	50
Gránátvető tömeg (kg)	1,5	1,35	–
Gránátvető irányzék tömeg (kg)	–	0,10	0,77
Gránát tömeg (kg)	0,25	0,23	0,65
Tűzgyorsaság (lövés/perc)	4-5	5-7	4
Hatásos sugár (m)	6,8	5	12
Lőszerkészlet (gránát) (db)	10	12	5
Gránát kezdősebesség (m/s)	76,5	76	43
Maximális gránátsebesség (m/s)	76,5	76	93
Teljes tömeg, a cső alatti gránátvetők esetén az AMMSz alapfegyverrel (kg)	5,42	5,37	4,48
Gránátlövésnél fellépő impulzus (Nm)	19,13	17,48	27,95
Fegyver hátrasiklási sebessége (m/s)	3,53	3,25	6,23
Hátraható energia, a cső alatti gránátvetők esetén az AMMSz tömegéhez adva a vető tömegét (J)	33,75	28,44	87,11

**5. táblázat. Puskagránátok összehasonlító táblázata**

Típus	Kumulatív			Repez		
Gránát	M31	PGN-60	PGK	F1N-60	M63B	PGR
Ország	USA	POL	HUN	POL	SPA	HUN
Lőszer tömeg (kg)	0,68	0,58	0,67	0,63	0,5	0,65
Legnagyobb átmérő (mm)	76	68	62	55	40	50
Hatótávolság (m)	75–115	60–80	100–150	240	425	450
Maximális sebesség (m/s)	60	58	93	54	75	93
Leküzdési sugár (m)	–	–	–	7	6	12
Páncélatütés, 90° (mm)	254	180	212	–	–	–
Páasztázó lőtávolság (m)	65	61	117	–	–	–

**17. ábra. M203-as (balra) és GP-25-ös (jobbra) cső alatti gránátvetők. (Nem méretarányos)**




18. ábra. AMP puskagránátlövő gépkarabély PGK puskagránáttal, és kilövőtölténnyel töltött 6-os tárral

## ÖSSZEGRZÉS

A bemutatott konstrukció természetesen nem lehet tökéletes. Léteztek jelentősebb fejlesztési irányok is, közöttük az automatikusan elzáródó gázvezető csapszerkezet, az éleslőszerrel indítható lövedékcsapdás gránát, különböző gyújtó (napalm), ködösítő (ködgránát) és könnyfakasztó harcanyagokkal töltött gránátok és még sok hasonló kísérleti jellegű kiegészítés.

A 2000-es években a gépkarabély modernizációs program keretén belül készült egy áttervezett AMP modifikáció, amelyből jelenleg egy darab prototípus létezik.

A korabeli nyugati fegyverek nagy része már képes volt puskagránát indítására kilövőtölténnyel, vagy éleslőszerrel indítással. Az AMP fejlesztése sürgetetten folyt, prototípus fázisban rendszeresítették, így nem róhatók fel egyértelmű konstrukciós hibaként a fegyver gyermekbetegségei (a váltámaszrögzítő-retesz nehéz oldása, gázvezető csapszerkezet zárási problémák a kúposág pontatlansága miatt stb). A Munkásórségnél is ebben a félkész állapotban rendszeresítették, így természetesen nem használhatták ki a fejlesztés teljes potenciálját. A rendszer továbbfejlesztése is minduntalan falakba ütközött, ezért a kedvezőtlen körülmények miatt a Honvédelmi Minisztérium vezetése – feladatai meghatározásában – nem találta szükségesnek ennek a képességeknek az integrálását a lövészrajok szervezetébe. A fegyver tényleges rendszeresítését és elterjedését számos tényező gátolta hazánkban, például a Honvédelmi Minisztérium Fegyverzeti Csoportfőnöksége a fent említett okok miatt.

Végeredményként megállapítható, hogy az AMP puskagránátlövő gépkarabély (18. ábra) nem egy „legenda” vagy „AK csőkevény”, hanem egy olyan fegyver, amely méltán kapott elismerő pillantásokat a nyugati országoktól is az 1970-es évek végén. Emellett a puskagránátlövő gépkarabély a Magyar Honvédség harcrendjébe, szabályrendszerébe könnyen beilleszthető, nem túlzottan nagy kiképzési erőforrás igényű, a gépkarabéllyal felszerelt lövész képességeit kiegészítő lőfegyver.

Az említett hibák ellenére világviszonylatban is elismerten jó fegyvert állított elő a fejlesztőgárda. Az AMP puskagránátlövő gépkarabély jelentős ergonomiai és modula-

ritási módosításokkal, de a harcászati-műszaki követelményeket tekintve több mint 40 évvel fejlesztése után is megállná a helyét.

## IRODALOMJEGYZÉK

- 40-mm grenade launcher M203 FM 3-22.31, FM 23-31. Headquarters Department of the Army, 2003.;
- 7,62 mm-es AMD-65 géppisztoly leírása és kezelési utasítása. A Honvédelmi Minisztérium Kiadása, 1968.;
- A 7,62 mm-es AK 63F (AMM) és az AK 63D (AMMSz) gépkarabély javítási utasítása. Az MH Fegyverzettechnikai Szolgálatfőnökség Kiadványa, 1999.;
- A 7,62 mm-es AMP puskagránátlövő géppisztoly harcászati alkalmazása. Munkásór parancsnokság, 1977.;
- A 7,62 mm-es AMP puskagránátlövő géppisztoly leírása, kezelési utasítása. Munkásór parancsnokság, 1977.;
- Gyalogsági fegyvergyártás technológiai fejlesztése Magyarországon 1935–1980. Honvédelmi Minisztérium Fegyverzeti Szolgálatfőnökség, 1980.;
- Lőtámasztás az RPG-7 és RPG-7D kézi páncélelhárító gránátvetőhöz. A Honvédelmi Minisztérium Kiadása, 1970.;
- Руководство по 40-мм подствольному гранатомету гп-25. Военное Издательство Министерства Обороны СССР, Москва, 1983.;
- Segédlet a 7,62 mm-es AMP puskagránátlövő gépkarabély harcászati alkalmazásához. Munkásór Parancsnokság Hadműveleti Osztály, 1984.;
- Dobó Géza: Puskagránátok. Haditechnikai Szemle 1974/3, Haditechnikai Intézet, Budapest, 1974.;
- Egerszegi János: A puskagránátok fejlődése. Haditechnikai Szemle 1976/1. Haditechnikai Intézet, Budapest, 1976.;
- Egerszegi János: A puskagránátok fejlődése. Haditechnikai Szemle 1987/3. Haditechnikai Intézet, Budapest, 1987.;
- Egerszegi János: Egyéni sorozatlövő fegyverek fejlesztési lehetőségei, Haditechnikai Füzetek 4. szám. HM Technológiai Hivatal, Budapest.

# Autonóm on- és offroad járművek katonai alkalmazhatóságának lehetőségei

Tudományos konferencia Zalaegerszegen, a ZalaZone járműipari tesztpályán

2018. november 12-én „Autonóm on- és offroad járművek katonai alkalmazhatóságának lehetőségei” címmel került sor tudományos konferenciára Zalaegerszegen, a ZalaZone járműipari tesztpálya fogadóépületében. A konferenciát a Magyar Honvédség Logisztikai Központ, valamint a zalaegerszegi Autóipari Próbapálya Zala Kft. szervezte. A konferencia célja az volt, hogy megvizsgálja az autonóm on- és offroad járművek katonai alkalmazhatóságának elméleti lehetőségeit. A pálya környezetében egy, a tesztekre alkalmas ún. „okos várost” (Smart City Zone) alakítottak ki. A tesztpálya az önvezető járművek fejlesztéséhez szükséges 5G-s informatikai hálózattal rendelkezik.

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 hozzunk létre, amihez nagyon nagy szükség van a kutatásra, fejlesztésre, innovációra.” A hadiipar mindig mozgatórugója volt a fejlesztéseknek és előmozdította 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, hogy a technológiai fejlődés eddigi rangsora az űrtechnológia, majd a hadiipari alkalmazás volt, később kerültek a fejlesztések a civil világba. A mi-



1. ábra. A zalaegerszegi konferencián dr. Benkő Tibor honvédelmi miniszter mondott köszöntőt (Fotó: Kálmánfi Gábor – honvedelem.hu)

niszter elmondta, az elektronikusan irányított járművek rendszerét tekintve a hazai járműipar a világon az elsők között van, és e téren született magyarországi fejlesztéseket alkalmaz a világ több neves autógyártója. Idén szeptemberben mesterképzések indultak az ELTE-n és BME-n az autonóm járműirányításról, valamint a zalai megyeszékhelyen e technológia tesztelése is lehetővé vált. A hadiipar fejlesztéseit is jól szolgálja majd a zalaegerszegi járműipari tesztpálya. A 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. 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, hogy napjainkban a digitális technológiai forradalomnak köszönhetően rendkívül gyorsan következik be stratégiai paradigmaváltás, és egyre elképesztőbb kihívásokkal találjuk szembe magunkat. Egy, a korábbiól eltérő, gyökeresen új hadviselés elterjedése előtt állunk, amelyben a stratégiai szemléletmódok integrációja, valamint az ember-gép szimbiózis teljesen új távlatokat nyit a hadviselő felek számára. Az amerikai haderő már nagy számban fejleszt és alkalmaz autonóm katonai járműveket.

Dr. Szalay Zsolt, a BME Gépjárműtechnológiai Tanszék tanszékvezetője, illetve a ZalaZone járműipari tesztpálya kutatási és innovációs vezetője arról beszélt, hogy a gépjárműfejlesztés területén megfigyelhető az automatizáltság

**ÖSSZEFOGLALÁS:** „Autonóm on- és offroad járművek katonai alkalmazhatóságának lehetőségei” címmel tudományos konferenciát tartottak Zalaegerszegen, amelyet a Magyar Honvédség Logisztikai Központ és az Autóipari Próbapálya Zala Kft. közösen szervezett.

**KULCSSZAVAK:** autonóm jármű, on- és offroad jármű, kutatás-fejlesztés, innováció, MH LK

**ABSTRACT:** The Logistic Centre of the Hungarian Defence Forces and the Automotive Test Track Zala Ltd jointly organized a scientific conference on Possible military application of autonomous on- and off-road vehicles, held in the city of Zalaegerszeg.

**KEY WORDS:** autonomous vehicle, on- and off-road vehicle, research and development, innovation, HDF LC



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

olyamatos térnyerése. Mivel ez egy viszonylag friss és gyorsan változó terület, Magyarország szeretne az élmezőnyvel haladni a fejlesztésekben, ezért épül ez az egyedülálló tesztpálya Zalaegerszegen, ahol minden körülmény adott lesz az önvezető autók kipróbálására. A zalai tesztpályával Magyarország felkerülhet az autonóm járműgyártás térképére, sőt, az élmezőnyébe is. A tanszéknek is van már autonóm járműve, egy átalakított Smart.

Dr. Kiss Péter egyetemi tanár, a SZIE Gépészmérnöki Kar tudományos dékánhelyettese „Offroad autonóm járműfejlesztés terepjáráselméleti sajátosságai” című előadásában ismertette a terepjárás elméleti hátterét. Dr. Hány András, az Autóipari Próbapálya Zala Kft. ügyvezető igazgatója és projektvezetője „A zalaegerszegi járműipari tesztpálya által kínált lehetőségek az önvezető járművek fejlesztésének támogatására” címmel tartotta meg előadását.

(Összeállította: Dr. Hegedűs Ernő\* és Szivák Petra\*\*)

\* Mérnök őrnagy, Nemzeti Közszolgálati Egyetem KMDI/National University of Public Service KMDI, E-mail: hegedus.erno@hm.gov.hu. ORCID: 0000-0001-8457-5044

\*\* MH Logisztikai Központ, Technológiai Igazgatóság, Kutatás-fejlesztési, Tudományos és Szabványosítási Osztály, Haditechnika szerkesztőasszisztens, DOI adminisztrátor. ORCID: 0000-0002-5040-8739

### Tömösváry Zsigmond

## A hagymakupolák árnyékában Egy katonadiplomata visszaemlékezései

Dr. Tömösváry Zsigmond nyugállományú dandártábornok tudományos igénnyel megalkotott, gazdagon illusztrált, közel 400 oldalas könyve 2017 végén jelent meg a Zrínyi Kiadó gondozásában.

A könyv szerzőjének oroszországi katonai attaséi szolgálata (1993. július 25. – 1998. augusztus 2.) egy rendkívül izgalmas – a parlament ostroma és a pénzügyi-banki szféra 1998-as összeomlása közötti – időszakot ölel fel, a jelszói Oroszország átmenetét a totalitárius államból a demokráciába, annak minden ellentmondásával, konfliktusával. A személyes visszaemlékezés sajátos, katonai szempontból készült korrajzot nyújt a '90-es évek Oroszországról, az orosz bel- és külpolitikáról, a biztonság- és védelempolitikáról, Magyarország és Oroszország kétoldalú katonai kapcsolatairól, a NATO keleti bővítésének oroszországi fogadtatásáról. Mindezek mellett színes és érdekes leírást nyújt Moszkváról, és a meglátogatott volt szovjet tagköztársaságokról. – A Szovjetunió szétesése után Oroszország még helyét kereste az új világrendben, próbálta kiépíteni kapcsolatrendszerét. Szakmailag és emberileg egyaránt nyitottak voltak, s ugyan a Varsói Szerződés már megszűnt, még nem tekintették Magyarországot a Nyugat szövetségeseinek – emlékezett a szerző egy könyvbemutatóján.

A mozgalmás politikai korszakban ez a beosztás nem mindennapi kihívást jelentett. Tömösváry tábornok tökéletes felkészültségű szakembernek bizonyult. Kiválóan beszélt az orosz nyelvet és személyében Magyarországot egy komoly tudással bíró, a helyi viszonyokat rendkívül jól ismerő szakember képviselte, akit segített több évtizedes katonai múltja és tájékozottsága, valamint kiváló kapcsolatteremtő képessége – írja az előszót fogalmazó Nanovszfky György nyugalmazott nagykövet. Nagy előnye más attasékkal szemben, hogy ott járt iskolába, így már szolgálata kezdetekor kiterjedt és értékes kapcsolatrendszerrel rendelkezett. Személyes ismeretségi körének számos tagja, jó néhány egykori iskolatársa ekkorra már vezető beosztásban dolgozott.

Tömösváry Zsigmond hazatérése után a Katonai Felderítő Hivatalnál dolgozott, onnan ment nyugdíjba 2010-ben. Közben megszerezte a PhD-képesítést, diplomamunkáját Oroszország és a NATO, illetve Magyarország kapcsolatáról írta. Ez a disszertáció lett könyve tudományos alapja. A könyv egyik legfőbb erénye, hogy a katonadiplomáciáról egyszerre objektív és szubjektív, egyszerre tudományos igénnyel és személyes hangon ír. Így nemcsak a szakemberek, hanem a laikusok számára is olvasható, élvezhető munka született.

**A 392 oldalas, ragasztott, puhafedelű, gazdagon illusztrált könyv 8800 Ft-os áron kapható a könyvesboltokban, illetve közvetlenül a Zrínyi Kiadónál is, 20%-os helyszíni kedvezménnyel. (Cím: 1087 Budapest, Kerepesi út 29/b, Tel.: 06 1 459 5373, e-mail: gyoredina@armedia.hu). (SZA)**



Vozsech István\*

# 40×46 LV gránát rakéta-póthajtással

## – egy meg nem valósult fejlesztés I. rész

Az 1990-es évekre az Magyar Honvédség rendszerében lévő gépkarabélyok avulása miatt egyre inkább szükségessé vált a meglévő eszközök modernizációja, vagy lecserélése. A HM döntéshozói a meglévő eszközök modernizálása mellett döntöttek, és felkérték az egykori Haditechnikai Intézetet, hogy dolgozza ki az AK típusú gépkarabélyok modernizálására irányuló műszaki tanulmányokat, harcászati műszaki követelményeket. Az elkészült tanulmányok elemezték a nyugati hadseregekben alkalmazott eszközöket, és arra a megállapításra jutottak, hogy a meglévő technikát képessé kell tenni éjszakai harc megvívására, azaz el kell látni különböző elektrooptikai berendezésekkel és az azokat fogadni képes csatolóelemekkel. Továbbá a fegyverek mellső markolatait úgy kell átalakítani, hogy azokra fel lehessen szerelni egyéb kiegészítőket is (pisztolyfogású mellső markolat, taktikai lámpa, lézeres célmegjelölő stb.) Megállapították továbbá, hogy a gépkarabélyok egy részét el kell látni cső alá csatolható, 40×46 LV (low velocity) gránátokat tüzelő vetőszerkezetekkel.

A valódi munka 2003-ban kezdődött, akkor indult a tényleges fejlesztés – amelyre hatással voltak a missziós feladatokból adódó igények. A 40×46 LV gránátok így kerültek be a modernizációs programba, amelynek mintegy „oldalágán” kezdtünk el azon gondolkodni, hogyan lehetne a gránátok egyes gyengébb műszaki paramétereit javítani.

### A 40 MM-ES GRÁNÁTOK

Az első kifejlesztett változat a 40×46 LV kaliberjelzésű gránát volt, amelyek az '50-es évek elején, az USA-ban születtek meg egy kutatási fejlesztési folyamat eredményeként. A gránát lehetővé tette a gyalogság számára a fedezékben lévő ellenség és a könnyen páncélozott járművek elleni önálló harcot a kézigránátok maximális, mintegy 50 méteres hatótávolságán kívül, más fegyverek, pl. aknavető támogatása nélkül.<sup>1</sup>

Ehhez a gránáthoz 1960-ban rendszeresítették az első vetőt, M79 néven (1. ábra), amely kívülről egy egylövetű, billenő csövű sörétes puskára emlékeztet. Váltámaszának szokatlan kialakítása a nagy löszögekkel leadott lövészetet segítette elő. A vietnami harcok során vetették be először, ott meglehetősen jól bizonyította képességeit. Hátránya



1. ábra. Az M79-es gránátvető

volt azonban, hogy alkalmazója, lövészkatonaként nem jöhetett többé számításba, és önvédelmére egy külön fegyvert – praktikusán pisztolyt – kellett magánál hordania.

A későbbi típusokat úgy tervezték, hogy az önálló használat lehetőségét megszüntették, és valamely gépkarabély csöve alá való szerelhetőséget biztosították, ahonnan a lövést ki lehetett váltani. Gránátlövészkor a lövész a célzást minden esetben egy additív mechanikus vagy optikai irányzék segítségével hajtja végre. (2. ábra) Természetesen számos autonóm és csatolható típust fejlesztettek az elmúlt évtizedekben, azonban a vetők további részletezésével itt nem foglalkozunk.

Visszatérve a gránátokhoz, a 40 mm-es kaliberben napjainkig három fő típust különböztethetünk meg, melyeket az 1. táblázat ismertet.

Mindhárom típus szerkezeti felépítése és működési elve hasonló, tulajdonképpen azonos egy közös központi gyújtású modern lövésztölténnyel. Az eltérés az, hogy a lőportöltet nem közvetlenül a hüvelyben foglal helyet, hanem azt a hüvelyben elhelyezkedő és ahhoz rögzített, vagy abból kialakított ún. nagynyomású kamrában helyezik el. (3. ábra).

A 40 mm-es gránátok kilövése a következők szerint zajlik le – a gyújtó élesztését itt nem tárgyalva:

1. A gránátvető ütőzege által elmozdított csappantyú begyűjtja a lőporcsészében (nagynyomású kamrában) lévő lőport, ahol az a kicsi térfogatnak köszönhetően, hozzávetőlegesen 1500 bar nyomáson elég.
2. A keletkezett nagynyomású gáz a lőporcsésze furatán át fojtásosan kiáramlik (leexpandál) a hüvely és a gránát által határolt térrészbe (expanziós tér).
3. Az expansziós térbe jutó, lényegesen kisebb nyomású (max. 200 bar) és hőmérsékletű gáz a gránát fenékré-

**ÖSSZEFOGLALÁS:** A cikk ismerteti a 40 mm-es gránátok típusait, alkalmazási területeit, különös tekintettel a 40×46 LV gránát változatra. Elemezi a 40 mm-es gránátok műszaki konstrukcióját, ismerteti működését, az alacsony sebességből adódó problémákat, valamint a fejlesztési lehetőségeket.

**KULCSSZAVAK:** 40 mm-es gránát, 40×46 LV, találati valószínűség, póthajtás, rakéta

**ABSTRACT:** This article describes the types and fields of application of the 40 mm grenades in particular the 40×46 LV grenade version. It analyses the technical design of 40 mm grenades, describes their operation, problems derived from low speed and development opportunities.

**KEY WORDS:** 40 mm grenade, 40×46 LV, probability of hitting, auxiliary propulsion, rocket

\* ORCID: 0000-0001-9818-7755

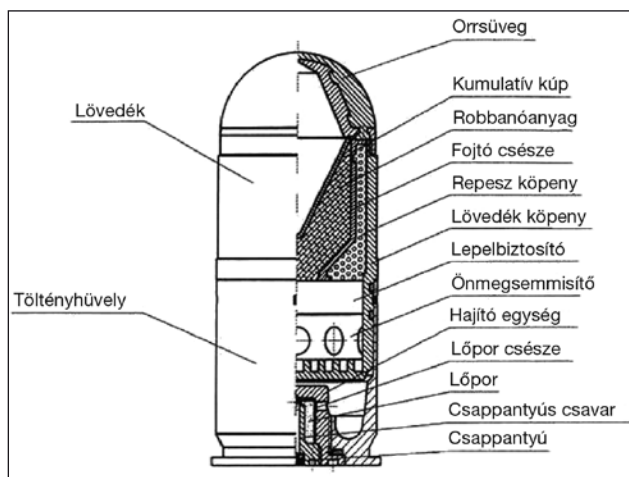


1. táblázat. A 40 mm-es gránát három típusa

	Kis sebességű LV (Low Velocity)	Közepes sebességű MV (Medium Velocity)	Nagy sebességű HV (High Velocity)
Kaliberjelzés	40x46 LV	40x46 MV	40x53 HV
Felhasználási terület	kézi gránátvetők	kézi gránátvetők	automata gránátvetők
Kezdeti sebesség [m/s]	75	100	240
Maximális lőtávolság [m]	400	600	1200
Teljes hosszúság [mm]	80	120	110
Teljes tömeg [g]	180-200	200-250	320-350



2. ábra. B&T gránátvető optikai irányzékkal



3. ábra. ARGES gyártmányú, osztrák, 40 mm-es repesz-kumulatív fegyvergránát

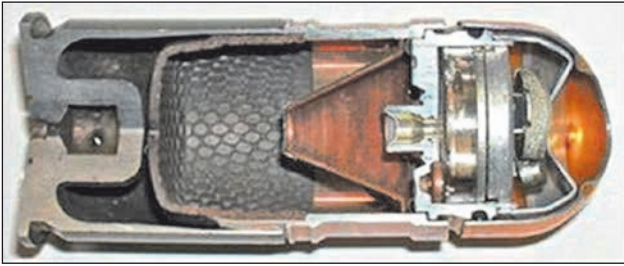
szére erőt fejt ki, ezáltal a gránát mozgása elkezdődik, vezetőgyűrűi belesajtolódnak a huzagokba, amelyek forgásra kényszerítik azt.

- A gránát a lőporgázok nyomásának hatására folyamatosan gyorsulva eléri a csőtorkolatot.

- A csőtorkolatot elhagyó gránátot a kiáramló lőporgázok körbeáramolják, ezzel némileg tovább gyorsítva azt, másrészt a mindenképp meglévő aszimmetria miatt perturbálják, ezzel precesszív mozgásba hozzák azt.
- A gázutóhatások megszűntével a gránát a légkörben ballisztikus pályán halad, precesszív mozgása csillapodik.

A konstruktőrök a 40 mm-es gránátoknál a lőpor elégetését a hüvelyen belüli külön térrésszel oldották meg, egy nagy nyomású kamra-expanziós térrendszerrel, amely alkalmazásával egyidőben három műszaki problémát oldottak meg:

- A lőpor stabil, és gyors elégetéséhez legalább 1000 bar nyomás szükséges, amelyhez a hüvelyben lévő szabad térfogat túlságosan nagy lenne, ezért a lőpor külön – ballisztikailag optimalizált – térrészben helyezték el (nagy nyomású kamra).
- A könnyű fegyverkonstrukció miatt nem engedhető meg a hüvelytérben az 1500 bar körüli nyomásérték, azonban ez az érték csak a nagy nyomású kamrában van jelen, így a kis tömegű konstrukciós kialakítás biztosítható.
- A gránátot – annak kilövése során – terhelő erőhatások lényegesen csökkennek, így könnyített, kevesebb inert tömeget tartalmazó gránátkonstrukciót lehetett tervezni.



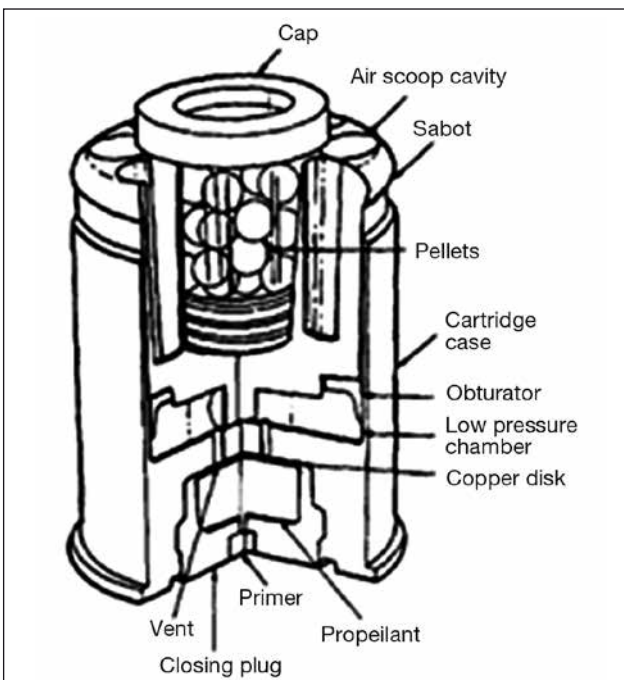
4. ábra. M433-as, kettős hatású (repsz-kumulatív) gránát (Robbanóanyag és lőpor nélküli metszet – Szerk.)

**A 40x46 LV GRÁNÁTOK TÍPUSAI**

A 40x46 LV gránátok típusválasztéka felsorolászerűen a következő:

- a) **repszgránát:** a gránáttestet az abban elhelyezett robbanóanyag detonálása szétveti, és a kb. 400 db előre gyártott acélsörét, vagy/és a 250-1500 db testből keletkező repesz végzi a pusztítást. Alapvetően védtelen élőerő ellen használható, 25 méteren belül;
- b) **kumulatív gránát:** a gránáttest tartalmaz egy kumulatív töltetet, amely legfeljebb 50 mm-es páncélvastagságig biztosítja az átütést. Ezt a gránátípust alapvetően járművek ellen használják;
- c) **repsz-kumulatív (4. ábra):** a két előző típus kombinációja, kompromisszumos megoldás;
- d) **romboló gránát (HE) (7. ábra):** repeszképző hatása nem jelentős, növelt robbanóanyag-tartalommal rendelkezik. Alapvetően zárt terekben tartózkodó élőerő ellen használható;
- e) **kartács (5. ábra):** ólom, vagy acélsöréteket tartalmaz. Önvédelemre, közelharcra alkalmas típus;
- f) **lőtéri-gyakorló (6. ábra):** robbanóanyagot nem tartalmaz, kiképzési, gyakorlási célra kifejlesztett típus. Némely változatánál a gránát fenékrészében fényjelző elegy található, így vizuálisan jobban követhető a gránát a röppályája mentén.

5. ábra. M576-os kartácsgránát



6. ábra. Lőtéri gyakorló gránát

7. ábra. HE gránát



2. táblázat.

Paraméter megnevezése	Mértékegysége	Hatása	A tényleges értéktől való pozitív irányú növekmény hatása a találati pontra			Megjegyzés
			X koordináta	Y koordináta	Z koordináta	
Lőszög	°	erős	+	+	∅	gyakorlatilag a célzás pontossága
Céltávolság	m	erős	+	+	∅	
Célhelyszög	°	gyenge	+	+	∅	hatása 30° alatt elhanyagolható
Földrajzi szélesség	°	elhanyagolható	-	-	∅	a nehézségi gyorsulást befolyásolja
Lőirány	°	elhanyagolható	∅	∅	∅	északi pólussal bezárt szög, hatása irányfüggő
Tengerszint feletti magasság	m	elhanyagolható	+	+	∅	a nehézségi gyorsulást befolyásolja*
Légnyomás	hPa	gyenge	-	-	∅	
Légnedvesség	%	elhanyagolható	-	-	∅	
Léghőmérséklet	K	gyenge	+	+	∅	
Töltéshőmérséklet	K	gyenge	+	+	∅	a gránát kezdősebességét befolyásolja
Lőirányú szél	m/s	gyenge	+	+	∅	a hátszél a pozitív előjelű
Oldalszél	m/s	erős	∅	∅	+	a találati pontot oldalirányban téríti el
Oldalgási gyorsulás	m/s <sup>2</sup>	gyenge	∅	∅	+	
A cél oldalirányú sebessége	m/s	erős	∅	∅	-	
A cél lőirányú sebessége	m/s	erős	-	-	∅	pozitív előjelű, ha a cél távolodik

\* A tengerszint feletti magasság hatással van a légnyomás értékre és a léghőmérsékletre, ebből következően a légsűrűsége is. Ez a politrópus légkör egyensúlyából következik. Viszont az előbb felsorolt három paramétert külön vizsgáljuk, ezért itt a tengerszint feletti magasságnak csak a nehézségi gyorsulásra gyakorolt hatását vesszük figyelembe.

### AZ ALACSONY GRÁNÁTSEBESSÉG PROBLÉMÁI

A 40×46 LV rendszer manapság a legelterjedtebb, általában a lövészkatonáknak egyéni sorozatlövő fegyverére integrálva. A 40×46 LV rendszernek azonban több hiányossága is kimutatható, amely alkalmazhatóságát és harcértékét egyaránt rontja. Ezek az alábbiakban részletezett tényezők mind az alacsony gránátsebességre vezethetők vissza, amelyet azonban egyszerűen megnövelni – a lövészeire vonatkoztatott munka- és egészségbiztonsági szempontok miatt – nem lehet. Egy rendszer pontosságát, használhatóságát, hatékonyságát sokféleképpen le lehet írni, de egzakt módon mindig célszerű valamely számítható és prognosztizálható értéket, mutatószámot, hatásfokot választani, amely dimenziótlan és normalizált. Lövedék-légkör-cél rendszer esetén ez mindenképpen a találati valószínűség. Optimális esetben minden paraméter, kezdeti érték, végérték ismert, ez adja a rendszer alap találati valószínűség értékét, amelyet kizárólag a fegyver-lövedék rendszer határoz meg. Ezt úgy lehet elképzelni, hogy fegyverállványba fogott fegyverrel tüzelünk, minden meteorológiai, geodéziai és céladatot pontosan ismerünk. Az így meghatározott függvény – amely némi egyszerűsítéssel csak a lőtávolság-

tól függ – a rendszer alapjellemezője, amely az ideális feltételek mellett meghatározott szórásjellemzőkön alapul. (A 40×46 LV rendszer ebben a vonatkozásban kimagaslóan jó – saját mérések alapján – 200 méteres lőtávolságon a lőirányra merőleges standard normál szórás kevesebb mint 100 mm, azaz 99,97%-os valószínűséggel eltalálható egy, a lőirányra merőlegesen értelmezett, 300 mm-es átmérőjű cél.)

Valós körülmények között ettől csak rosszabb értékekre számíthatunk. Valós körülmények mellett a számításokhoz szükséges valamennyi adat értéke bizonytalansággal bír, valamint – a lövés pillanatnyi fiziológiai és mentális állapotától függően – a valószínűségi lőszög is eltér a beállítani kívánt értéktől. Ezek között akadnak erősebb és gyengébb hatásúak, valamint vannak elhanyagolhatóak. Mely paramétereknek van hatása és milyen mértékben a találati pontra, és ebből következően a találati valószínűsége? A 2. táblázatban összefoglaljuk a paramétereket, azok eltéréseiből adódó hatásokat.

A következőkben sorra vesszük azon erős paraméterek pontatlan ismeretéből adódó találati valószínűség csökkenéseket, amelyeknek a hatását az alacsony gránátsebesség felerősít. Nézzük rendre a problémákat:



1. Az alacsony sebesség miatt lecsökken a pászttázási távolság. Pászttázási távolság alatt értjük azt az adott célmagassághoz tartozó maximális lőtávolságot, amely távolsághoz tartozó röppályatetőpont-magasság egyenlő a célmagassággal, tehát az adott magasságú célt a tüzelőállás és a becsapódási pont között mozgatva, mindig van a célnak és a röppálya-görbének metszéspontja. (1,7 méter magas – átlagos testmagasság – cél esetén, lövészfegyverek vonatkozásában ezt az ún. alapirányzék-állás biztosítja.) A pászttázási távolság csökkenése azt eredményezi, hogy irányzéunknak – az íveltebb röppálya miatt – több és finomabb osztással kell rendelkeznie, megnövelve ezzel a célzás előkészítésére fordítandó időt, valamint minden állítás – emberi tényező – valamilyen valószínűséggel hibás lesz, így összességében a találati valószínűség romlik.
2. Az alacsony sebesség miatt a becslési, mérési hibák káros hatása a találati valószínűsége növekszik. Az alacsony sebesség – adott céltávolság mellett – nagyobb becsapódási szögeket eredményez. Élve azzal a közelítéssel, hogy a röppályagörbe a becsapódási pont megfelelően kicsiny környezetében linearizálható, helyettesítsük azt a becsapódási pontban értelmezett érintőjével. Mozgassuk az adott magasságú célt a becsapódási pontból előre, illetve hátra oly mértékig, hogy a helyettesítő érintővel még metszést kapjunk. Könnyen belátható, hogy a mozgatás távolsága a becsapódási szög növekedésével csökken, azaz a találati valószínűség szinten tartásához pontos távolságbecslés, mérés elengedhetetlen, amelyek kivitelezése harchelyzetben korlátozott. A cél lóirányú mozgása ehhez a gondolatmenethez kapcsolható, a célsebesség eltéréseiből adódó találatipont-eltérés az előzőhöz hozzáadódik, azaz az adott magasságú cél mozgathatóságát a becsapódási ponttól tovább csökkenti, adott találati valószínűség mellett. A cél oldalirányú sebességbecslésének pontatlansága a megnövekvő röpidő miatt lesz jelentékenyebb hatással a találat valószínűségére.
3. Az alacsony sebesség miatt az élő célpont reagálási ideje növekszik. Elsőre furcsának tűnhet ez a felvetés, de gondoljunk végig. A gránát sebessége 70 m/s, a hang sebessége 340 m/s, átlagos reakcióidő 0,5 s, céltávolság legyen 200 m, és a harcoló felek kölcsönösen felderítették egymást. A gránát a 200 méteres röppályát kb. 3 s alatt teszi meg, a lövés hangja kb. 0,6 s alatt. A torkolatdörrej észleléséhez hozzáadva a reakcióidőt 1,1 s adódik, azaz a célszemélynek van kb. 2 másodperce a menekülésre, fedezékbe húzódásra, azt meg sem említve, hogy ezt a gránátot látni is lehet. Összességében ezt a tényezőt a találati valószínűség meghatározásakor figyelmen kívül hagyni nem lehet.
4. Az alacsony sebesség miatt az oldalszél káros hatása a találati valószínűsége növekszik. Hatása összevonható a cél oldalirányú sebességbecsléséből adódó eltérésekkel.
5. Az alacsony sebesség miatt a 400 méteren túl lévő célok nem leküzdhetők. Ez a pont bár nem tartozik a paraméterértékek bizonytalanságához, de mindenképpen tényszerűen kijelenthető, hogy a lőtávolság kiterjesztése harcértéknövelő hatású.

A fentiekből levonható következtetés, hogy ennek a rendszernek az egyik gyengéje az alacsony gránátsebesség, amelyre a meg nem valósult fejlesztésünk során próbáltunk megoldást találni, elviekben sikeresen. Itt megjegyzem, igaz a régi mondás: „a papír mindent elbír”.

## A RENDSZER HARCÉRTÉKÉNEK NÖVELÉSE

Ennek a pontnak a tárgyalásánál fontos leszögezni, hogy minden haditechnikai fejlesztésnél a véccél a harcérték növelése, valamely műszaki paraméter, vagy paraméterek javítása, növelése által. Az alap rendszer tulajdonságait figyelembe véve kijelenthető, hogy a rendszer 200 méterig alkalmas – harcászati elfogadható valószínűség mellett – rendeltetésének megfelelő feladatok végrehajtására, a 200–400 méterig terjedő tartományban nem. A fejlesztés célja az volt, hogy a 200 méteres tartományt ki tudjuk terjeszteni – a műszaki életben általánosan elfogadott alapelvnek megfelelően – legalább 25%-kal úgy, hogy a kiterjesztett tartományon belül a módosított rendszer gyakorlati találati valószínűsége az alaprendszerhez képest ne csökkenjen.

A lőtávolság növelésének többféle megoldása jöhetett szóba:

1. A kivetőtöltet tömegének növelése: megnövekvő mechanikai terhelést jelent a fegyverre, valamint a lövészre, nem járható út.
2. Lövedék tömegcsökkentése: A gránát hasznos tömege csökkenne, amelyből a célban kifejtett hatás és a tömör leküzdési sugár csökkenése következik. Összességében a gránát harcértéke nem növekedne.
3. Póthajtás beiktatása: a konstrukció jellegéből következik, hogy csak rakétahajtás elven működő megoldás jöhet szóba. A hajtóanyag közül (folyékony, szilárd) a szilárd tűnt a kézenfekvőnek. Az indokok a következők: felépítésük egyszerű, üzemkész állapotban tárolhatók, indításuk kis idő alatt megvalósítható, olcsó, az egységnyi tolóerőre eső térszükségletük kicsi, működésükhöz nincs szükség segédberendezésre. Az égési folyamat jól kézben tartható, idejét megfelelő méretezéssel pontosan be lehet állítani.

A lehetséges műszaki megoldások közül a rakéta-póthajtóművel ellátott gránát tűnt optimálisnak és egyszerűen kivitelezhetőnek, így a fejlesztés a továbbiakban ebben az irányban haladt.

A rakétahajtás által elért sebességnövekedés előnyei:

- egyszerre növekszik a lőtávolság és csökken az adott céltávolsághoz tartozó röpidő, így a távolságbecslésből adódó találati pont eltérés csökken,
- a csökkenő röpidő miatt romlik a cél reagálási ideje,
- az oldalszél perturbáló hatása csökken,
- a mozgó cél sebességének pontatlan megítéléséből adódó hiba csökken.

Hátrányaként viszont meg kell említeni a következőket:

- Az alap – befogott fegyverből, laborkörülmények között mérhető – találati valószínűség csökken, amely egyrészt a rakétahajtómű gyártási pontatlanságaiból adódik, ami a gránát hossz tengelyével szöveget bezáró propulziós erővektort eredményez. Másrészt a gránát nutációs és precesszív mozgásából adódó pályagörbe érintő eleve eltér a propulziós erővektor irányától.
- A gránátra felkerülő póthajtómű additív tömeg, amely a gránát működése szempontjából inert.
- A megnövekvő gránáttömeg miatt növekszik a fegyver és a lövész terhelése.

(Folytatjuk)

## JEGYZETEK

1 Egerszegi János: A fegyvergránátok 100 éve, kézirat, 2014

Horváth Zoltán\*

# Az osztrák–magyar haditengerészet gyorsnaszád-fejlesztései **II. rész**

## A SZOMBATHY TÍPUSÚ GLEITBOOT

A Versuchgleitboot-tal folytatott kísérletek ugyan nem vezettek sikerre, ám az osztrák–magyar haditengerészet továbbra is igényt tartott egy olyan, több feladatkörben használható, tömegesen előállítható gyorsnaszádra, amely képes lett volna ellensúlyozni az olaszok hasonló kategóriájú MAS naszádjait. Ez utóbbiakat 1916 végétől egyre nagyobb számban vetették be az adriai hadszíntéren.

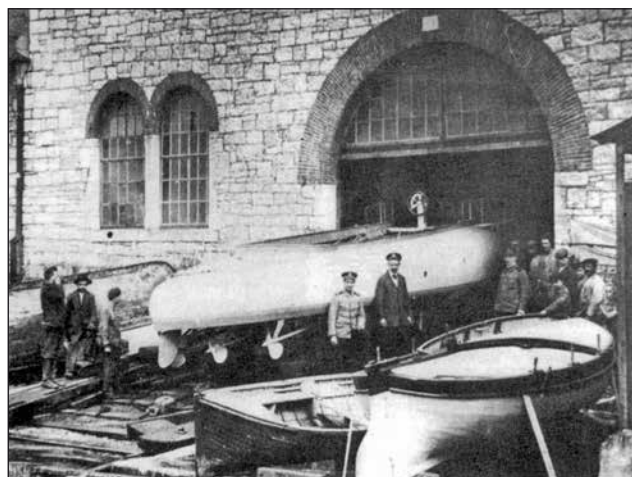
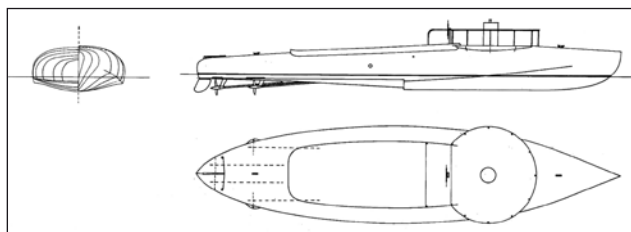
1917 januárjában a Versuchgleitboot kifejlesztésében részt vevő egyik mérnök, Max Szombathy saját tervezetet nyújtott be a haditengerészet műszaki bizottságának egy ilyen gyorsnaszád megépítéséről.

Szombathy nem kísérletezett a túl bonyolult légpárnás rendszerrel, helyette egy siklónaszádot képzelt el, amelynek elülső részét – a különleges kiképzésű hajótestnek köszönhetően –, nagy sebességeknél a víz hajótestre ható dinamikus felhajtóereje kiemelte a vízből. A siklásba jött hajótestre kisebb közegellenállás hatott, vagyis azonos hajtómű-teljesítmény mellett nagyobb sebességet lehetett vele elérni, mint egy hagyományos kialakítású hajóval.

A műszaki bizottság kedvező véleményt alkotott a tervetről, és 1917. február 17-én megbízást adott Szombathy-nak két ilyen Gleitboot, vagyis siklónaszád megépítésére. A haditengerészet polai hajógyárában (Arsenal) épülő naszádok két változatban készültek, egyikük torpedonaszádként, a másik ágyúnaszádként épült. A torpedókkal felfegyverzett naszád személyzete hat főből, az ágyúnaszádé hat főből állt.

A standard 6,2 tonna, maximum 6,7 tonna vízkiszorítású naszádok maximális hossza 13,45 méter, a vízvonalon 13,05 méter, szélessége 2,93 méter, merülése pedig 0,44 méter volt. A hajók a Versuchgleitboot-hoz hasonlóan fém bordázattal, és rétegeslemez palánkozással épültek. A meghajtásról négy darab 12 hengeres, 150 LE-s Rapp repülőgép-motor gondoskodott, amelyek négy darab, háromlapátos hajócsavart hajtottak meg. A hajó méreteihez képest nagy teljesítményű hajtóművek a tervek szerint 35 csomós

10. ábra. A Szombathy-féle naszád 6 tonnás prototípusának elrendezési rajza, tüzérségi változat



11. ábra. A Gleitboot Nr. I vízre bocsátása Polában, 1918. április 15-én

sebesség elérését tették volna lehetővé. A 850 liternyi üzemanyagkészlet a gazdaságos 20 csomós sebesség mellett 200 mérföldes hatótávolságot biztosított a naszádoknak.

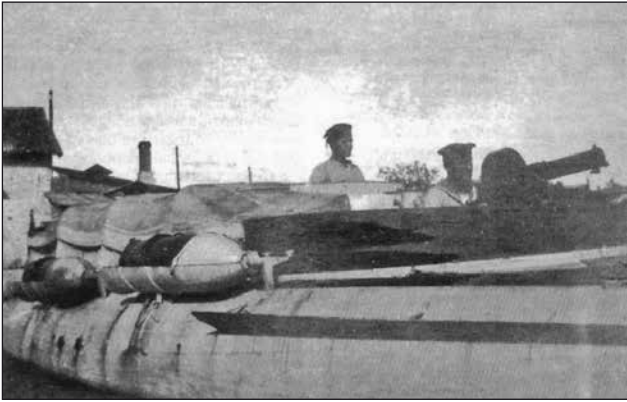
Az ágyúnaszádként épülő hajó fegyverzete egy, a taton elhelyezett 66 mm-es gyorstüzelő (L/18-as) ágyúból (a hivatalos meghatározás szerint 7 cm-es löveg), két, az orr-részen beépített 8 mm-es Schwarzlose géppuskából, és négy darab vízibombából állt volna. Ezt a típust tenger-alattjáró-vadászként, mentőhajóként, illetve felderítő feladatokra kívánták használni.

A torpedonaszádként épülő egység fegyverzete egy, a hajó orrába beépített, 35 cm-es torpedóvető csőből és a

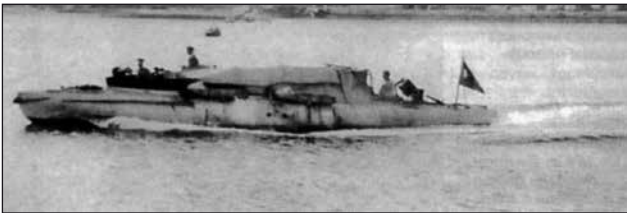
12. ábra. A vízre bocsátás utáni állapot



\* ORCID: 0000-0002-4394-3207



13. ábra. A siklónaszád fegyverzete: a 8 mm-es Schwarzlose géppuska és 4 db 10 kg-os Shöntaler-féle vízibomba



14. ábra. Az első próbamenet a polai kikötőben

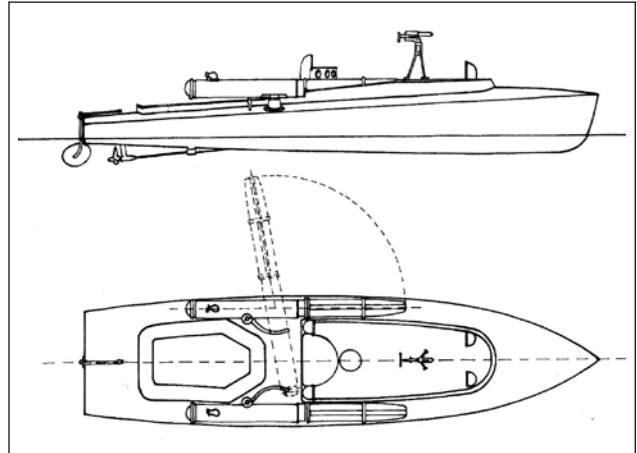
felépítmény sarkain elhelyezett négy géppuskából állt volna. A torpedónaszádokat a tervek szerint főleg nagyobb hadihajók, elsősorban a SPAUN osztályú gyorscirkálók fedélzetéről üzemeltették volna. Méretük és tömegük ugyanis lehetővé tette, hogy a cirkálók csónakdarui a fedélzetre emeljék, majd a cél közelében ismét vízre bocsássák őket.

A hajók építési munkálatai jó tempóban haladtak (a Gl. I. gerincfektetése 1917 márciusában, a Gl. II-é 1917 júliusában volt), és 1917 nyarára az első egység teste már majdnem teljesen elkészült. A hajtóművek azonban csak igen nagy késéssel érkeztek meg, mivel a gyárak kapacitását teljesen lekötötte a légiereő egyre növekvő igényeinek teljesítése, amelyek mellett a haditengerészet rendelései másodlagos fontosságúnak számítottak. Újabb késedelmet jelentett, hogy a légűtéses repülőgépmotorokat át kellett alakítani vízhűtésűvé, mivel – okulva a Versuchgleitboot-tal szerzett tapasztalatokból –, ezúttal nem akarták nyitott motortérben elhelyezni azokat.

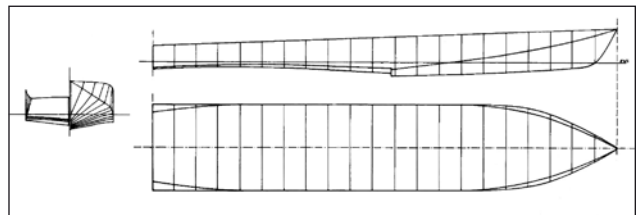
Az első hajó, az ágyúnaszádként épülő Nr. I naszád, mindezek miatt csupán 1918. április 15-én került olyan készütségi állapotba, hogy meg lehetett kezdeni vele a tengeri próbákat. Az első próbajáratra április 17-én került sor. A naszád jól szerepelt, első próbaútján fegyverzet nélkül, 5,53 tonnás vízkiszorítás mellett 33,8 csomós sebességet ért el.

Az egy hónapig tartó próbák után, 1918 júniusában, a Nr. I naszádot a haditengerészet hivatalosan is átvette. Szeptember 9-től két géppuskával és hat vízibombával felfegyverezve, a Pola előtti vizeken teljesített szolgálatot, járőrözve, és az ellenséges tengeralattjárókra vadászva. A második Szombathy naszád, a Nr. II, csak 1918 szeptemberére készült el, és néhány héttel a háború vége előtt, 1918 októberében vette át a haditengerészet, ezt is csökkentett fegyverzettel, torpedó nélkül.

A Szombathy tervezte gyorsnaszádok nem az egyedüli tervezetek voltak. Szombathy-val



15. ábra. A Karl Schneider-féle 12 tonnás naszád elrendezési rajza



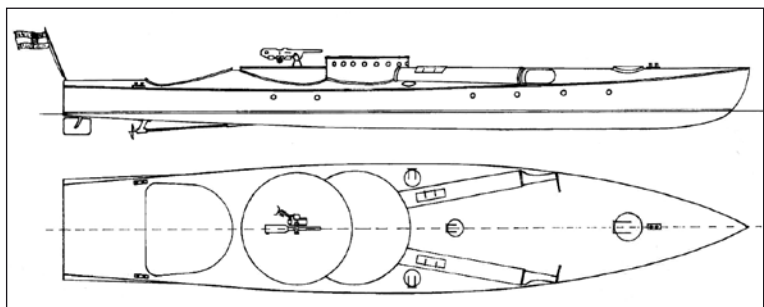
16. ábra. A 7 tonnás Silvius Morin-féle naszád testének felépítési rajza

egy időben, 1917 januárjában egy másik hajómérnök, Karl Schneider is benyújtotta a műszaki bizottságnak saját terveit, egy valamivel nagyobb, 11,4 tonnás siklónaszádról. Schneider 14 méter hosszú és 3,2 méter széles hajóját két darab 150 LE-s Daimler motor hajtotta meg, amelyekkel a naszád elérte volna a 28,2 csomós sebességet. A hatótávolság, a gazdaságos 23 csomós sebesség mellett 220 mérföld volt. A hajó fegyverzete egy darab 8 mm-es Schwarzlose géppuskából, valamint két darab 45 cm-es torpedóvető csőből állt, amelyeket a fedélzet két oldalán helyeztek el. A torpedóvető csöveket oldalra, 90°-os szögig ki lehetett fordítani. A naszád legénysége négy főből állt.

A két, gyakorlatilag egyszerre zajló fejlesztés közül a nagyobb Schneider naszád tűnt jobbnak, és a haditengerészet elvárásainak jobban megfelelni látszott. A próbajáratokon azonban kiderült, hogy a hajó szélsőségesen instabil, és csak teljesen nyugodt vízben használható.

A haditengerészet így végül a Szombathy-féle naszádok mellett döntött, amelyekből 1918 májusában további négy darabot rendeltek meg. Ezek építését a következő hónap-

17. ábra. Az Eckert von Labin-féle 25 tonnás torpedóvető naszád szerkezeti rajza





**18. ábra. Az Mb. 107 jelű naszád 1918 szeptemberében, a polai kikötőben**

ban el is kezdték, azonban a naszádokhoz szükséges 16 repülőgépmotort a túlterhelt gyárak a háború végéig sem tudták leszállítani, így végül egyik naszádot sem sikerült szolgálatba állítani. A háború végén a két elkészült, és a négy félkész Gleitboot az olaszok hadizsákmánya lett, akik 1918 végén mindegyiket lebontották.

Bár a Szombathy-féle naszádok alapján véve beváltak, a haditengerészet mégsem volt velük teljesen elégedett, főleg rossz tengerállóságuk, és túl bonyolult hajtóműrendszerük miatt. 1918 augusztusában Silvius Morin, a haditengerészet mérnöke egy újabb tervezettel állt elő, amely kiküszöbölte volna a Szombathy-féle naszádok hiányosságait. A 7 tonna vízkiszorítású, 15,75 méter hosszú, 3,2 méter széles, elődeinél stabilabb és tengerállóbb hajótesttel készülő Morin naszád két darab 350 LE-s Austro-Daimler motor hajtotta volna meg, amelyekkel a tervek szerint elérhette volna a 35 csomós sebességet. A naszádok többféle változatban készültek volna, ágyúnaszádként, torpedónaszádként és tengeralattjáró-vadászként.

1918. augusztus 3-án a haditengerészet négy ilyen sikló-naszádot rendelt meg, amelyek közül kettőt Fritz Eppel bécsi hajógyárában, kettőt pedig a Danubius & Co. óbudai gyárában építettek volna. A Danubius gyártól megrendelt hajók csak az építés előkészületi fázisáig jutottak el, a megrendelt anyagok beérkeztek, de a naszádok összeszerelését a háború végéig el sem kezdték. A bécsi gyárban épülő két egység közül az első szinte teljesen elkészült, és már a motorokat is majdnem beépítették, amikor a háború vége, és a birodalom összeomlása véget vetett a munkálatoknak. A naszádokból már elkészült részeket 1919-ben szétbontották.

### **Az ECKERT VON LABIN-FÉLE 25 TONNÁS PÁNCÉLOS NASZÁD**

Nem sokkal a Versuchgleitboot-tal folytatott kísérletek darca után, 1916 augusztusában, egy osztrák hajómérnök, Josef Eckert von Labin, egy sokkal konvencionálisabb felépítésű gyorsnaszád terveit nyújtotta be elbírálásra a haditengerészet műszaki bizottságának.

A háború alatt tervezett gyorsnaszádok közül Labin hajója volt a legnagyobb, és a nyílt vizeken ez ígérkezett a legjobban használható típusnak. Miután a terveket a műszaki bizottság jóváhagyta, a haditengerészet 1916 decemberében azonnal megrendelt kilenc naszádöt a még csak tervezőasztalon létező típusból. A naszádokból háromat, Mb.107-109-es jelöléssel, a haditengerészet polai gyártótól, hatot pedig, Mb.110-115-ös jelzéssel, a triezsti Adriawerf (STT) hajógyártól rendeltek meg.

A 24,6 méter hosszú, 4,6 méter széles és 0,6 méter merülésű naszád standard vízkiszorítása 24,6 tonna, maximális vízkiszorítása 27 tonna volt. A teljesen acéلبól készült

hajótest, már csak méretei miatt is sokkal jobb tengerállósággal rendelkezett, mint az apró kis Gleitboot-ok. A többi gyorsnaszádhoz hasonlóan Labin hajóját is repülőgépmotorokkal hajtották meg, s a három hajócsavart három darab, egyenként 200 LE-s Austro-Daimler motor működtette. A hajó a próbajáratokon elérte a 26,5 csomós sebességet, ám fegyverzet nélkül, mindössze 24 tonnás vízkiszorítás mellett. A naszád, a tervek szerint teljes felszereléssel 24,5 csomós sebességre lett volna képes. A 2,5 tonnás üzemenyagkészlettel a Labin naszád hatótávolsága a gazdaságos 15 csomós sebesség mellett 450 mérföld, a maximális 24 csomós sebességnél 170 mérföld volt.

A hajó fegyverzete is erősebb volt, mint a többi típusé. Fő fegyverzetként két darab, fixen beépített 45 cm-es torpedóvető csövet helyeztek el a hajó orrán, a hossztenegelyhez képes 10°-os szögben jobbra, illetve balra beépítve. Középen, az irányítóállás mögött egy 66 mm-es gyorstüzelő ágyút helyeztek el, valamint két darab 8 mm-es Schwarzlose géppuskát. A hajót ezenkívül vízbombákkal is felszerelheték. A naszád személyzete 11-12 főből állt.

Az eredeti tervekben Labin a naszád irányítóállását és gépházát páncélvédelemmel is szeretne volna ellátni. A későbbi számítások azonban kimutatták, hogy ez még a leggyengébb, 5 mm-es lemezekkel számolva is legalább egy tonna plusz terhet jelentene, ami számottevően lerontotta volna a hajó teljesítményét. A végleges terveken ezért a páncélvédelmet, amelyre a naszádok tevékenysége során amúgy sem lett volna nagy szükség, elhagyták, és a hajók végül páncélozatlanul épültek meg.

A Labin-féle naszádok leggyengébb pontjának ugyanúgy a hajtóművek bizonyultak, mint a többi típus esetében. A meghajtásra szánt repülőgépmotorok ezúttal is csak igen nagy késéssel érkeztek be a hajógyárakhoz, így hiába kezdték el már 1917 júliusában a naszádok építését, az első, Mb.107-es jelzésű egységet mégis csak 1918 szeptemberében tudták vízre bocsátani, és csak napokkal a háború befejezése előtt, 1918 októberében állították szolgálatba.

A naszáddal végzett próbajáratok még be sem fejeződtek, amikor a háború véget ért. A sokat ígérő típus, amely valószínűleg méltó ellenfele lehetett volna az olasz MAS naszádoknak, így soha nem került sorozatgyártásra, és nem bizonyíthatta kiváló képességeit.

Az Mb. 107-es hadizsákmányként az olaszok kezére került, ugyanúgy, mint a polai gyárban már befejezés előtt álló másik két egység, illetve a triezsti gyárban még javában épülő, alacsony készültségi szinten álló hat naszád (Mb. 110–115-ös). A be nem fejezett hajókat az olaszok a háború után rögtön lebontották, az Mb. 107-est azonban, miután torpedóvető csöveit leszerelték, saját parti őrségüknél állították szolgálatba, ahol a gyors, viszonylag nagy hatótávolságú és kis fogyasztású naszádöt főleg a csempészek ellen használták. A hajót végül 1925-ben vonták ki a szolgálatból, és feltehetően nem sokkal ezután lebontották. Az Mb.108-as és Mb.109-es sorsáról nincs adat, a háború után minden bizonnyal ezek is lebontásra kerültek.

### **FORRÁSMUNKÁK**

Bak József: Hordszárnyas és légpárnás hadihajók (Zrínyi Kiadó, 1987);  
<http://ah.milua.org/missed-a-breakthrough-the-austro-hungarian-military-seaworthy-boats;>  
<http://forum.axishistory.com/viewtopic.php?f=26&t=10713>  
 [2018.10.01.]

(Illusztrációk a szerző gyűjteményéből.)

Kalóczkai Tibor\*

# A magyar katonai ejtőernyőzés története 1948-tól napjainkig

A második világháború befejezését követően megkezdődött a honvédség újrászervezése. A Magyar Honvédség 1945-től 1948-ig tartó időszakában nem rendelkezett ejtőernyős alakulattal. 1948-ban a katonai felső vezetés felállította az úgynevezett „PILIS II.” hadrendet, amelybe egy század erejű légideszant erő tartozott. 1948 októberére megalakult az Első Honvéd Önálló Ejtőernyős Század Szolnokon. 1949-ben a „Klapka” hadrend alapján zászlóalj szintűre fejlesztették az alakulatot. A zászlóalj egy ejtőernyős és egy nehézfegyveres századból állt, egy műszaki és egy szállítószakasz támogatásával. Ezt követően, két éven keresztül a zászlóalj sorozatos költözésekre kényszerült, előbb Tapolcára, onnan Kaposvárra, majd Sóstóra települtek. Ekkor állapították meg az alakulat legnagyobb hiányosságait. Az alakulat ugyanis – bár a személyi állománya 82%-os feltöltöttségű volt – nem rendelkezett nehézfegyverzettel. Így rendeltetését, amely a légi szállítással az ellenség mélységében, mögöttes területein folytatandó harc volt, nem tudta kellő eredményességgel elvégezni. A felső vezetés választás elé került: vagy elkezdik az ejtőernyős alakulat nagymértékű fejlesztését, vagy újragondolják a zászlóalj alkalmazási elveit.

1. ábra. Korabeli felvétel az újkígyósi gyakorlatról



**ÖSSZEFOGLALÁS:** A cikk a magyar katonai ejtőernyőzés történetét foglalja össze 1948-tól napjainkig. A néphadseregben az ejtőernyősök fő feladata a felderítés volt, az ugrásokat a sokáig korszerűnek számító Mi-8-as helikopterekből és An-26-os szállítórepülőgépekből hajtották végre. A kilencvenes évek haderő-átalakítása az ejtőernyős alakulatok életébe is jelentős változásokat hozott. Napjainkban feladataikat a MH 2. vitéz Bertalan Árpád Különleges Rendeltetésű Dandár kötelékében hajtják végre.

**KULCSSZAVAK:** Magyar Honvédség, Önálló Ejtőernyős Század, Szolnok, felderítő-zászlóalj, gyorsreagálású, Különleges Rendeltetésű Dandár



2. ábra. A Lisunov Li-2-es repülőgép utasszállító változata. Az 1950-es évek elején a Maszovlet (Magyar-Szovjet Polgári Légiforgalmi Részvénytársaság) repülőgépeit is igénybe vették az ejtőernyősök ugratásához. A Li-2-esek folyamatos kihasználtságának érdekében sok esetben az utasülések kiszereelésére sem volt idő (Fotó: Zainok Géza gyűjteményéből)

1952 fontos év volt az ejtőernyősök életében. A vezérkar az év őszére az alföldi Újkígyós–Szabadkígyós térségben egy, az egész Magyar Néphadsereget megmozgató többnapos gyakorlatot tervezett. A hadgyakorlat egyik főszereplője az ejtőernyős zászlóalj volt, amelynek feladata, hogy kötelékugrást végrehajtva, a deszantos katonák a harcmezőn feltartóztatják a támadó ellenséget, így felmentik a védőket.

1952. október 18-án került sor a Magyar Néphadsereg történetének legnagyobb ejtőernyős gyakorlatára, amely során 22 repülőgép szállította az ejtőernyősöket. A gyakorlat közben fény derült az alakulat hiányosságaira: a zászlóalj nehézfegyverzet hiányában képtelen volt kellő határfokkal támogatni a védelemre szoruló felet, és a támadó fél páncélosainak hatékony elhárítására sem lett volna képes. Ezek után komolyabb szemléletváltásra került sor az alakulattal kapcsolatban. A szervezet feladatát a rendelkezésre álló felszereléshez igazították, ezzel gyökeresen megválto-

**ABSTRACT:** This article summarizes the history of Hungarian military parachuting from 1948 to the present. In the Hungarian People's Army, the main task of the paratroopers was reconnaissance, jumps were made from Mi-8 helicopters and An-26 transport aircraft, which were considered modern for a long time. The armed force transformation in the 1990s brought about significant changes in the life of paratrooper units. Nowadays, they execute their tasks in the frame of the HDF 2nd Árpád Bertalan Special Purpose Brigade.

**KEY WORDS:** Hungarian Defence Forces, Independent Parachute Company, Szolnok, reconnaissance battalion, rapid reaction, Special Purpose Brigade

\* Hadnagy, MH 5. Bocskai István Lövészdandár. ORCID: 0000-0003-2072-1975

zott a zászlóalj arculata. Az alegység mélységi felderítő és diverziós zászlóalj lett. A kiképzés mélyen az ellenség vonalai mögötti, kiscsoportos műveletek felé orientálódott. Ez azonban már az alakulat hanyatló időszakára volt. 1954-ben az általános haderőcsökkentés következtében megszüntették az ejtőernyős zászlóaljat, és 1959-ig a Magyar Néphadsereg nem rendelkezett ejtőernyős alakulattal.

### Az ÚJRAKEZDÉS IDŐSZAKA

1959-ben az egyre inkább kiéleződő hidegháborús hangulat felhívta a katonai felső vezetés figyelmét arra, hogy a Magyar Néphadseregnek szüksége van egy olyan alegység megalakítására, amely növeli a felderítés hatékonyságát, mélységében nyugtalanítja az ellenség erőit, képes adatokkal szolgálni az esetleges tömegpusztító fegyverekről és szükség esetén késleltetni azok alkalmazását, vagy semlegesíteni azokat. Ezzel az alkalmazási elvvel alakult meg 1959. október 14-én, vezérkar közvetlen irányítású alakulatként a 34. önálló mélységi felderítőszázad. Az első idekerült tisztek, köztük Tóth Gábor és Kozma József őrnagyok dolgozták ki az alegység alkalmazási elveit. Ennek a koncepciónak az eredménye a 6-8 fő alkalmazása egy csoportban, 300-500 kilométeres mélységben. A felderítőcsoportot 4-5 napig alkalmazza a felső vezetés, majd bevonják őket. A kiképzés központi eleme a felderítés, és az ejtőernyővel való kijutás gyakorlása.

1962 őszén a felderítőszázadot zászlóaljjá szervezték át, és 4 mélységi felderítő-szakasszal Budapestről Szolnokra költözött. A zászlóalj új elnevezése 34. önálló különleges felderítő zászlóalj lett. Az évek során lassacskán kialakult a zászlóalj szervezete, amely a '90-es évekig változatlan maradt. A zászlóalj a törzsön kívül három századból és egy híradókiképzőszázadból állt. Egy század létszáma 80 fő volt, amely három darab, négyrajos szakaszból állt. Egy raj alkotott egy mélységi felderítő-csoportot, ami a parancsnokból, a helyetteséből, egy távirászból és négy felderítőből állt.

A 34. felderítő-zászlóalj megalakításával párhuzamosan további felderítő-zászlóaljak alakultak meg Kiskunfélegyháza, Szombathelyen, Újdörögden, Kaposváron és Tatán. Ezek a zászlóaljak csapat- és mélységi felderítő-századokból álltak.

A '70-es évek végén a szolnoki parancsnokok újragondolták a mélységi felderítők alkalmazási elveit. Az első változás az alkalmazás mélysége volt, ugyanis a néphadsereg nagyobb hatótávolságú légi szállítóeszközöket ka-

### 3. ábra. Szombathelyi ejtőernyős katonák az 1980-as évek végén



4. ábra. A felderítő-zászlóalj katonái ugrásra készülnek 2014-ben

pott. Ennek köszönhetően a mélységi felderítő-csoportokat nagyobb mélységben, akár 1000 km-el az ellenség vonalai mögött is lehetett alkalmazni. Az alkalmazás ideje 10-12 napra nőtt. Ezt követően a '90-es évekig nagyobb változást nem vehetünk észre a zászlóaljak életében, struktúrájukban.

A '90-es évek második felétől, az állam romló anyagi helyzete miatt a hadsereg létszámát nagy mértékben csökkentette a hadvezetés. Ez alól a felderítő-alakulatok sem jelentettek kivételt. Ebben az időszakban az ország összes felderítő-zászlóalját felszámolták, az egri 24. Bornemissza Gergely felderítő zászlóaljat és a szolnoki 34. Bercsényi László önálló mélységi felderítő zászlóaljat kivéve.

2007-ben az egri zászlóaljat is megszüntették, jogutódja, az MH 5. Bocskai István Lövészdandár alárendeltségében a MH 5/24. Bornemissza Gergely Felderítő Zászlóalj Debrecenben, ami 2017. november 1-től kivált a dandár szervezetéből és önálló felderítő-ezredként működik tovább.

Az ezred rendelkezik mélységi felderítő-századdal, így napjainkban ez az egyetlen alegység, amely a mélységi felderítő kultúrát képviseli. Az ezreden belül egy EHV (elektronikai hadviselés) század, két felderítő-század és egy támogató szakasz működik. Emellett az ezred speciális képessége például a HUMINT (Human Intelligence – ügynöki hírszerzés) és az UAV (unmanned aerial vehicle – pilóta nélküli légi jármű). Az ezred állományában körülbelül 30 fő rendelkezik ejtőernyős-képesítéssel. Az ejtőernyős kiképzést az ernyő fajtáját tekintve két csoportba osztják: légcellás ejtőernyős ugrásra és körkupolás ugrásra. Légcellás ejtőernyővel legalább 40-50 ugrást kell végrehajtania a katonának annak érdekében, hogy megőrizze a minősítést, míg körkupolás ejtőernyőnél ez a szám 12.

A szolnoki 34. felderítő zászlóalj is átalakult a '90-es évek második felében. A három 80 fős század megmaradt, de egy század ettől kezdve kettő szakaszból állt, a szakaszt pedig nem négy, hanem három raj alkotta.

1993-ban a felderítő-zászlóaljból kivált állományból létrehozták az MH 88. Légimozgékonyosság Zászlóaljat, a Magyar Honvédség első légimozgékony szervezetét. A katonai felső vezetés a zászlóalj megalakításával olyan alakulatot kívánt szervezni, amely szükség esetén bárhol, bármikor, bármilyen körülmények között alkalmazható. Így feladatai nagyon széles skálán mozogtak. Ebből következően a zászlóalj összefegyvernemi alegység szakalegységekkel, légi szállításra alkalmas felszereléssel, haditechnikai eszközökkel.

A haderő-átalakítás keretein belül a zászlóaljat 1996. március 1-től átszervezték, és gyorsreagálású zászlóaljként működött tovább. A zászlóalj létszáma 488 főről 650-re emelkedett, és 2000. október 1-én a zászlóalj ismét átalakult, a szervezet megnevezése MH 1. Könyű-Vegyes Ezred lett. Az ezred létszáma 1028 fő volt, amely 2004-ig tovább bővült. Az alakulat jelentős erővel rendelkezett (5 manőverszázad), azonban a légi szállítással kapcsolatban problémákkal küszködött, ugyanis a légierő An-26 típusú gépei 5500 kg-os szállítóképessége nem teszi lehetővé



5. ábra. An-26 típusú szállító repülőgép (Fotó: Baranyai László)

páncélozott harcjárművek légi szállítását. Így a légimozgékony egységek és az ejtőernyősök nem rendelkeztek gépesített megerősítéssel.

Az ezred a katonáit speciális feladatokra (helység-harc, ejtőernyős képzés, hegyi kiképzés, légi szállítás) is kiképezte. Az újabb haderő-átalakítás következtében a szervezet megszűnt, és MH 25/88. Könnyű Vegyes Zászlóalj néven betagozódott a MH 25. Klapka György lövészdandárba. 2005-től a zászlóalj beköltözött a szolnoki Ittebei Kiss József helikopter bázisra, az MH 86. Helikopter Ezred laktanyájába. A zászlóalj az átalakítások ellenére minden téren megőrizte jogelődje többfunkciós képességeit. A gyakorlatokat, kiképzési feladatait a zászlóalj az MH 86. Szolnok Helikopter Bázissal együttműködésben hajtotta végre.

Az alegység alapvetően könnyű gyalogos összefegyvernemi katonai szervezet volt, de fő feladata a különleges műveleti zászlóalj tevékenységének támogatása. A zászlóalj alap harcászati műveleti alegységei a gyorsreagálású századok, amelyeket a feladat jellegétől függően a szükséges megerősítő, támogató és kiszolgáló elemekkel csoportosítva alkalmaz. Haditechnikai felszerelése, fegyverzete könnyű, máházott eszközökből állt. A zászlóalj több alkalmazási módnál használta az ejtőernyőzést. Az egyik módszer a zászlóalj harctámogató század felderítőszakaszának ejtőernyős kijuttatása. A felderítőszakaszt két felderítő- és egy mesterlövészraj alkotja. A szakaszban minden katona ejtőernyős képzettséggel rendelkezik. Feladatuk információszerezés saját alegységeik számára. A felderítő csoportok 4 fővel működnek. Az ejtőernyős dobás másik alkalmazási módja a zászlóaljnál a tömeges dobás. Az első gyorsreagálású század rendelkezett ejtőernyős képességekkel. Az alegység komoly problémája, a már korábban említett légi gépesítés hiánya. A zászlóalj rendelkezett helikopterdeszant képességgel is.

Az MH 34. Bercsényi László Felderítő Zászlóalj egészen 2005. szeptember 1-ig, a korábban említett szervezet szerint működött. Az aszimmetrikus kihívásokból adódó feladatok, mint például a nemzetközi terrorizmus elleni harc, újfajta képességek megteremtését igényelte. A katonai felső vezetés ennek kapcsán döntött úgy, hogy egy külön – a Magyar Honvédség történetében először – egy külön-

6. ábra. A 25/88. könnyű vegyes zászlóalj katonái vízi kiképzés közben



7. ábra. A különleges műveleti zászlóalj katonái kiképzést hajtanak végre

leges feladatok végrehajtására kijelölt egységet.

Ezért 2005-ben a felderítő-zászlóaljat átalakították különleges műveleti zászlóaljjá. A zászlóalj fő feladata a különleges műveletekben való részvétel. A különleges erők feladatai sokrétűek, amelyeket a szakirodalom négy nagy kategóriába sorol: különleges felderítésre, közvetlen akciókra, katonai segítségnyújtásra és a terrorizmus elleni harcra.

A két szolnoki zászlóalj pályája 2016. január 1-jén fonódott össze, amikor megalakult az MH 2. vitéz Bertalan Árpád Különleges Rendeltetésű Ezred, majd ezt követően 2017. szeptember 1-én megalakult a MH 2. vitéz Bertalan Árpád Különleges Rendeltetésű Dandár. A dandár sajátos szervezeti struktúrával rendelkezik, ugyanis nem zászlóaljból, vagy századokból, hanem 4 db osztágból épül fel. Mindegyik osztág 5 db csoportból áll. Azonban ez a struktúra még nem teljesen kiforrott, jelenleg erről kevés információval rendelkezünk.



8. ábra. Az MH 2. vitéz Bertalan Árpád Különleges Rendeltetésű Dandár karjelzése

#### FORRÁSOK

- A magyar katonai ejtőernyőzés története, főiskolai tankönyv, Budapest, ZMNE, 2003.;
- Turcsányi Károly – Hegedűs Ernő: A magyar légideszant-csapatok alkalmazásának, haditechnikai eszközeinek és szervezetének fejlődése (1933–1945) I–II. rész. Katonai Logisztika 2006. évi 3-4. sz.;
- Dr. Ruszin Romulusz – Dr. Boda József: Levegőből harcra – A magyar katonai ejtőernyőzés története és változó feladatrendszere. Zrínyi Kiadó, Budapest, 2010.;
- Szombathelyi ejtőernyős katonák. <http://www.repules-tudomany.hu/>;
- Új képesség birtokában. Honvédelem.hu, 2014. szept. 28. [https://honvedelem.hu/cikk/46677\\_uj\\_kepesseg\\_birtokaban](https://honvedelem.hu/cikk/46677_uj_kepesseg_birtokaban) [2018.10.01.]; [https://honvedelem.hu/szervezet/mh\\_2\\_kulonleges\\_rendeltetesu\\_ezred](https://honvedelem.hu/szervezet/mh_2_kulonleges_rendeltetesu_ezred).

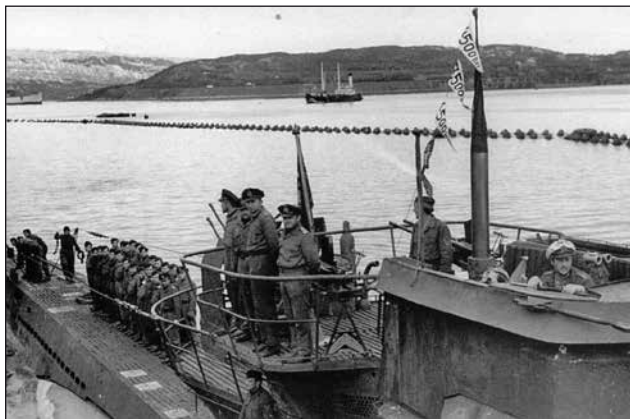
Kelecsényi István\* – Sárhidai Gyula\*\*

# Akik majdnem megnyerték az Atlanti csatát – A Kriegsmarine U VII. osztályú tengeralattjárói III. rész

## ÖSSZEFOGLALÁS

A második világháború német tengeralattjáró flottájának a gerincét a VII. osztály búvárhajói adták. Az 1121 db megépült U-boot közül 709 darab tartozott közéjük. Gyártásuk gyakorlatilag a világháború kezdetétől folyt. Harci technikai jellemzőik a háború során nem sokat változtak. A VII/B változattól kezdődően a hatótávolságuk sem növekedett. A háború elején, amikor még aránylag kevés és rossz felszereltségű kísérőhajó őrizte a konvojokat, a lemaradt, vagy kísérő nélküli kereskedelmi hajókat fedélzeti 88 mm-es lövegükkel súlyosztették el, hogy torpedókészletüket kíméljék. A háború első két évében a VII. osztály hajóival elsősorban éjjel és rossz időjárási körülmények között a vízfelszínen támadtak, majd a védelem erősödése után vízfelszínen követték a konvojokat, majd az éjszakát megvárva a konvojok oldalán lemerülve törték át a kísérőhajók vonalát, és legyezőirányban indították a torpedóikat. Az egyre gyarapodó tengeralattjáró-állomány lehetővé tette a BdU-nak (Befehlshaber der Unterseeboote), hogy alkalmazza a Dönitz admirális által kitalált falkatakikát. Erre a német parancsnokságot a szövetséges kísérőhajók számának növekedése is készítette. A falka megosztotta a kísérőhajókat és egyszerre több oldalról támadta a konvojokat. A briteket dominiuma, Kanada, valamint az Egyesült Államok is erőteljesen segítette, bár ez utóbbi még semleges ország volt. Az USA 50 darab első világháborús rom-

**20. ábra. Egy bevetésből visszatért egység kikötés közben, a legénység üdvözlő állásban áll a fedélzeten. A periszkópon öt darab elsüllyesztett hajót jelképező kis zászló lobog**



**21. ábra. Két VII. osztályú tengeralattjáró a kikötőben. Mögöttük légitámadás ellen védő bunker. A kép feltehetően Franciaországban készült**

bolót adott át, majd Izlandig saját hadihajó-kíséretet is biztosított a konvojok számára. A VII. osztály, és az első, valamint a második generációs U-boot-ok gyengéje a felderítőeszközök hiánya volt. Mivel a hajók nem voltak rádiólokátorral felszerelve, így sem a vízfelszíni, sem a légi célokat nem tudták nagyobb távolságban felderíteni. (Az amerikai tengeralattjárók rendelkeztek rádiólokátorral – Szerk.) A Luftwaffe gyakorlatilag minimális támogatást adott Focke Wulf 200 Condor távolfelderítő gépeivel, így a búvárnaszádok, alacsony parancsnoki tornyainak távcsővel felszerelt őrsemei voltak a legnagyobb hatótávolságú felderítőeszközök. A hajókon víz alatt passzív hanglokátorral keresték a hajók, konvojok zaját. Ezzel általában előbb tudták a felszíni egységek irányát meghatározni, és a zaj felé induló búvárhajók vették észre a hajók kéményeiből gomolygó füstöt.

1943-tól kezdve az Atlanti-óceán két partjáról és Izlandról, valamint a kísérő hordozókról felszálló szövetséges

\* ORCID: 0000-0001-5563-3313

\*\* Mérnök, a Haditechnikai Intézet ny. tanácsosa, a Haditechnika folyóirat korábbi szerkesztője, ORCID: 000-0002-2008-7997





22. ábra. Indulás előtt álló hajóegység egy német kikötőben. A legénység még a parton áll. A tornyon látható fehér jelzés alapján a felvétel még a háború előtt készülhetett

repülőgépek kezdték pásztázni az óceánt, ezzel a német tengeralattjárók vízfelszíni hajózására komoly veszélyt jelentettek. A repülőgépekkel támogatott konvojok támadása nehéz volt, mivel a felszíni megközelítés, valamint a konvoj követése, a légi támadás veszélye miatt nappal szinte lehetetlenné vált. A VII. osztály hajói merülésben elektromotorokkal – a lassú konvojok kivételével – nem tudták már követni a felderített hajócsoportokat. 1943 végére az angolszász tengeralattjáró-vadász repülő, a levegőből ellenőrzés alatt tartották szinte az összes hajózási útvonalat az Atlanti-óceánon. Ezért a német parancsokság, a hollandok találmányát modernizálva megkezdte a légperiszkóp (schnorkel) felszerelését a VII. osztály naszádjaira – minőségi fölényként ellensúlyozva a szövetségesek mennyiségi fölényét. Ez az eszköz lehetővé tette, hogy a tengeralattjáró periszkópmélységben haladva használhassa dízelmotorjait. A légperiszkóp, azonban hangos volt, ezért a passzív hangérzékelést rontotta, valamint a vizuális felderítést is nehezítette. A falka taktikára további komoly csapást jelentett az ENIGMA rejtjelző berendezés feltörése, mivel a német parancsnokság rádióüzenetekkel irányította a tengeralattjárókat a felderített konvojok felé, valamint az U-boot-ok szintén rádió jelezték eredményeiket, fegyverzetük és üzemanyaguk mennyiségét, valamint a felderítési adatokat. A német tengeralattjáró-parancsokság a világháború végéig nem tudta meg, hogy rádióforgalmazásukat megfejtették. A britek, a konvojokat elirányították a farkasfalkák útjából, és gyors rombolókból és fregattokból álló vadászcsoportokat állítottak össze, amelyek feladata a

23. ábra. Egy javítást végző műhelyhajó mellé kikötött U VII-es típus, valószínűleg egy norvég kikötőben



24. ábra. Az U 995-ös gépterme a két dízelmotorral. A dízelmotorjai 665 kW (kb. 905 LE-s) teljesítményt adtak le

25. ábra. Az U 995-ös parancsnoki központja





**26. ábra. A VII. osztályú tengeralattjárók orr-része**

felderített bűvárhajók elleni küzdelem volt. A passzív, védelmi jellegű konvojkíséret mellett tehát, támadó feladatu tengeralattjáró vadászcsoporthoz csaptak le a falkákra. A németek a szövetségesek korszerű lokátor technikájára és a rádióbemérésére gyanakodtak, miután tengeralattjárók elleni támadások megsokasodtak. A második generációs tengeralattjárókat, köztük a VII. osztályt a légerő mellett radar-besugárzás jelzőkkel látták el. Ezek a készülékek azonban csak néhány hullámhossztartományt tudtak lefedni, a szövetségesek pedig többfajta, más-más hullámhossz tartományon működő lokátorberendezéseket használtak hajóikon, majd később miniatürizálva repülőgépeken is. A felderítő-berendezéseken kívül nagy problémát jelentett, hogy a VII. és IX. osztályú flotta-tengeralattjárók vízfelszíni sebessége csak az elavultabb régebbi korvettek és átalakított tengeralattjáró-elhárítókét múlták felül, a fregattok és rombolók azonban jóval gyorsabbak voltak. A tengeralattjárók ezért felszínen sem támadni, sem menekülni nem tudtak. A sebességen kívül a lokátorok a bűvárnaszádok felszíni helyét is megmutatták, sőt a hábo-

rú végén már a hajólövegeket is vezérelték. A VII. osztályú naszádok alatti sebessége még ennél is problémásabb volt, lemerülve a 7-8,5 csomós (13-16 km/h) csúcssebességgel fél/egy órát tudtak haladni, amely támadáshoz elegendő volt, de az ellenség követésére, vagy elszakadásra 1943 után már kevésnek bizonyult. A bűvárnaszádokkal egyetlen lehetőség a mélységet változtatva, csendben, elektromotorok kímélésével, a különböző vízrétegek közti manőverezés, valamint a minél mélyebbre merülés volt, a mélység ugyanis rontotta a felszíni hajók hanglokátorainak (szonárok) észlelőképességét. A nagyobb vízmélység ugyanakkor sérülés esetén csökkentette a tengeralattjárónak és a legénység tagjainak túlélőképességét.

A sebességi problémákra a németek találtak megoldást, és a VII. és IX. osztály helyett áramvonalas, a vízfelszínivel azonos, vagy nagyobb víz alatti sebességű új tengeralattjárókat terveztek XXI. és XIII. osztály néven. Ezeknek a hajóknak elődeikénél lényegesen nagyobb volt az akkumulátorkapacitásuk. Emellett kísérleteket folytattak a Walter-motoros meghajtással is. A Walter-motor meghajtását kazán helyett gázolaj-befecskendezéses égőtérrel táplált gőzturbina biztosította, ahol a munkaközeg a vízgőz mellett gázt is tartalmazott. Az 1942-ben indult program azonban számos műszaki problémával küszködött, végül csak három darab kísérleti, és – XVIII. osztály néven – két flotta-tengeralattjáró, az U 796-os és az U 797-es készült el, de 1944-ben, bombatámadás miatt mindkettő még a hajógyárban megrongálódott. A XXI. osztály építése 1944 nyarán kezdődött, és a háború végéig 118 darab készült. A harmadik generációs tengeralattjárók víz alatti sebessége elérte a 17,2 csomót (31,85 km/h). Az új hajókon a torpedók töltése teljesen gépesített volt, 10 percen belül minden orrtorpedót újratölthettek. A hajók kezelése az alkalmazott technikai újdonságok miatt hosszabb kiképzést kívánt, ezért csak az U 2511-es és az U 3008-as állt hadrendbe, azok két őrzőjáratot teljesítettek, de találatot nem értek el. (Az őrzőjáratok inkább az új tengeralattjárók éles próbái voltak.) Az elhúzódo fejlesztések miatt, a német tengeralattjáró-parancsokság 1944-ben és 1945-ben kénytelen volt a régebbi VII. és IX. osztályú hajókat légpe-

**27. ábra. Az U 995-ös a Laboe-i tengeralattjárós emlékhelyen. Ez az egyetlen megmaradt VII. osztályú tengeralattjáró**



2. táblázat. Az elsüllyesztett hajótér, a bevetett német tengeralattjárók és veszteségeik aránya számokban

Év	Elsüllyesztett hajótér (brt.)	Tengeralattjárók száma (db)	Tengeralattjárók vesztesége (db)
1939	0,6 millió	52–57	9
1940	2,3 millió	54–75	26
1941	2,2 millió	82–253	38
1942	5,8 millió	266–386	88
1943	2,3 millió	403–436	245
1944	0,6 millió	458–485	264
1945	0,2 millió	403–407	399

riszκόppal ellátva, lokátor-besugárzás jelzőkkel, valamint újonnan kifejlesztett torpedókkal harcra küldeni a szövetséges konvojok ellen. Az új G7e (T 3-as) és (T 4-es) elektromos torpedók kiküszöbölték a régebbi G7e (T 2-es) hiányosságait, mert megbízhatóbb mágneses közelségi gyújtójuk volt. A G7 Zaunkönig torpedó irányítórendszere a hajócsavar zajára vezette rá a torpedót. Német taktika szerint elsősorban a kísérőhajók kilövésére, illetve fartorpedóként önvédelmi fegyvernek fejlesztették ki.

A T XI (Zaunkönig II) viszont egy elliptikus körpályára lanszírozható torpedó volt, amely addig körözött, ameddig célt talált, vagy hajtóanyaga elfogyott. Utóbbit a konvojoktól viszonylag távolról indították, remélve, hogy a sok hajó közül az egyiket eltalálja. Az új torpedókat 1943 szeptembertől 1945 áprilisig vetették be. Rombolókat, fregattokat és egyéb kísérőhajókat is elsüllyesztettek. A szövetséges tengeralattjáró-elhárító egységek hamarosan vontatott zajkeltők alkalmazásával csökkentették az akusztikus torpedók hatékonyságát. A VII. osztályú hajók továbbra is harcoltak, de a gyenge felderítési képességek, a lassú sebesség és a kis merülési idő miatt egyre nagyobb hátrányba kerültek. A hajók parancsnokai óvatossá váltak, a nappali



29. ábra. Egy U VII-es osztályú tengeralattjáró, gyári javítás után elhagyja a szárazdokkot

órákat általában merülésben töltötték. Éjszaka léggeri-szkóppal igyekeztek a hadművelési területekre, amely az Atlanti-óceánról áttevedött a brit szigetek körüli vizekre.

28. ábra. Egy korszerűbb német második világháborús tengeralattjáró. A XXI. osztályú WILHELM BAUER ex. U 2540-es, technikai múzeumként Bremerhaven kikötőjében látogatható. A XXI. osztályú electro-boot-ok jóval nagyobb víz alatti sebességükkel, gépi vezérlésű torpedóvető csövekkel a későbbi amerikai és szovjet tengeralattjárók mintájaként is szolgáltak



**3. táblázat. Az U VII. osztály összesített gyártási adatai:\***

Változat	Tervezett darabszám	Elkészítve		
		Építés megkezdve	Vízre bocsátva	Építés befejezve
A	10 db	10 db	10 db	10 db
B	24 db	24 db	24 db	24 db
C	643 db	593 db	582 db	577 db
C41	323 db	239 db	91 db	88 db
C42	442 db	165 db	0 db	0 db
D	6 db	6 db	6 db	6 db
F	4 db	4 db	4 db	4 db
<b>Összesen:</b>	<b>1452 db</b>	<b>1041 db</b>	<b>717 db</b>	<b>709 db</b>

\*A kimutatás az összes típust tartalmazza, amely a Kriegsmarine főparancsnokságán lajstromba került. A 411 darabos eltérést a tervezett és a megkezdett építés között az acél- és kapacitáshiány, illetve a típus elavulásának oka indokolta. A 324 darabos eltérést az építést megkezdett és a vízre bocsátott egységek között a háborús bombakárók, a gyarak sérülései és egyes fő darabok hiánya okozta. A sérült hajótesteket lebontották. A 8 darabos hiányt a befejezett hajóknál már a háború végén beállt termelés kiesés és alkatrészhiány okozza.

A német búvárnaszádok közül, 5102 órjárt során 862 vett részt bevetésen a második világháborúban. Ezek döntő többségén a VII. osztályú tengeralattjárókkal indultak harcra a német tengerészek. A harcok során 218 db szövetséges hadihajót süllyesztettek el az U-boot-ok, amelyek között 13 nagyobb volt, mint 4000 brt. (bruttó regisztertonna) vízkiszorítású. A nehéz hajóegységek közül a HMS NELSON, HMS ROYAL OAK, HMS BARHAM, HMS MALAYA, HMS IRON DUKE csatahajókat, a HMS THANE, HMS NABOB, HMS ARK ROYAL, HMS EAGLE, HMS COURAGEOUS, HMS AVANGER, HMS AUDACITY, USS BLOCK ISLAND repülőgép-hordozókat süllyesztették el, vagy rongálták meg német tengeralattjárók.

A kereskedelmi egységek közül 3305 hajó torpedótámadás, vagy tengeralattjáró által telepített aknákon sérült meg, süllyedt el. Ezek közül 1664 brit, 549 amerikai, 314 norvég, 137 holland és 124 görög hajó, a többi más szövetséges állam, vagy semleges ország hajója volt. Az elsüllyesztett hajók közül 21 darab vízkiszorítása haladta meg a 15 000 brt.-t, a legnagyobb egység a VII-es osztályú U 32 által megtorpedózott EMPRESS OF BRITAIN volt, 42 348 brt.-s vízkiszorítással.

A világháború végére a VII. osztály 709 egységéből 71 darab maradt, és ezekből 1945 májusában 45-tel hajtottak végre önelsüllyesztést. A maradék egységeket szétbontották. Napjainkra egyetlen VII. osztályú tengeralattjáró, az U 995-ös maradt meg. A 45 fős legénységű tengeralattjáró KAURA néven, norvég zászló alatt mint iskolahajó szolgált 1952-ig, és sok NATO-hadgyakorlaton vett részt. 1965-ben úgy döntött a norvég haditengerészet, hogy a megbérelés jeleként, átadják Nyugat-Németországnak. 1965. október 14-én vontatóhajóval került át Kielbe, ahol 750 000 márkába került a tengeralattjáró partra állítása, valamint helyrehozatala. Először Münchenben akarta kiállítani a Deutsches Museum, de a szállítási nehézségek, és a jelentős költségek miatt erről lemondtak. Végül a Balti-tenger partján fekvő Leboe városába került. Az U 995-ös, a nagyközönség számára végül 1972. március 13-án vált látogathatóvá. A végleges kiállítás installációja – a búvárnaszád melletti német haditengerészeti emlékművel együtt – 900 000 márkába került. A hajó folyamatos karbantartása évente jelentős költséget jelent, de eddig már több mint 500 000 ember látogatta meg az U 995-öt.

A tengeralattjáró elit fegyvernemnek számított, és a háború elején a legénység önkéntesekből állt. 1943-tól már a

haditengerészet más fegyvernemeiből, az egészségügyileg alkalmas katonákat is átképezték tengeralattjárósnak. Ami a kereskedelmi hajók felszólítás nélküli megtorpedozásáról szóló parancsokat illeti, Chester W. Nimitz tengernagy, az Amerikai Egyesült Államok Haditengerészete tengeralattjáróinak parancsnoka, Karl Dönitz tengernagy háborús bűnös perének tárgyalására átrepült az Államokból hogy Dönitz mellett tanúskodjon. Kijelentette, hogy hasonló parancsokat adott az amerikai tengeralattjáróknak a japán hajókkal szembeni tevékenykedésre. Tanúvallomása mentette meg Dönitzet a kötélt általi haláltól.

Az U 995-ös és a Leboe-ban lévő haditengerészeti emlékmű 39 000 tengeralattjárósnak állít emléket. Közülük 32 000 tengerésznek, és az általuk megsemmisített kereskedelmi és hadihajókon szolgálatot teljesítő embereknek is a Föld tengerei és óceánjai váltak végső nyughelyükké. A tengeralattjárósok közül a legtöbb tengerész VII. osztályú hajón vesztette életét.

**IRODALOMJEGYZÉK**

Bernard Edwards: Dönitz Farkasfalkái: Az Atlanti-csata 1939–1945. Bp.: LAP-ICS Könyvkiadó, 1998, Aquila könyvek sorozat;  
 Sárhidai Gyula: Tengerek szürke farkasai. Bp.: Maecenas könyvkiadó, 1989.;  
 Paul Herbert Freyer: Halál a tengereken. Bp.: Zrínyi Katonai Kiadó, 1979.;  
 Lothar Günther Bucheim: A hajó. Bp.: Magvető Kiadó, 1982.;  
 Geoffrey Brooks: Hirschfeld – Egy német tengeralattjáró-atiszt története, 1940–1946. Debrecen, Hajja & Fiai Könyvkiadó, 2003.;  
 Norman Franks, Eric Zimmerman: U-Bootok harca a repülőgépekkel. Debrecen, Hajja & Fiai Könyvkiadó, 1999.;  
 Robert C. Stern: Type VII U-boats. London: Arms and Armour Press, 1997.;  
 The U-boat Wars 1939–1945 (Kriegsmarine) and 1914–1918 (Kaiserliche Marine) and Allied Warships of WWII. <http://www.uboot.net/> [2018.04.18.];  
 Eberhard Rössler: Die Torpedos der deutschen U-Boote, Verlag E.S. Mitter&Sohm GmbH Hamburg, 2005.

(Fotók a szerző gyűjteményéből.)

Czirók Zoltán\*

# Szentnémedy (Willwerth) Ferenc vezérkari ezredes élete és katonai pályafutása I. rész

Szentnémedy 1896. november 12-én, Willwerth Ferenc Alajos néven, szegény iparos szülők gyermekeként született a Krassó–Szörény vármegyei Orsován (ma: Románia) erdélyi szász származású családba. Édesanyját, Palithy Júlia Rózsát (1876–1907) és édesapját, Willwerth Ferencet (1869–1911) meglehetősen korán elveszítette. Iskolái közül a 4 elemi osztályt (1902–1906) és 4 polgári iskolai osztályt (1906–1910) még Orsován végezte, majd a temesvári császári és királyi hadapródiskolában folytatta tanulmányait. Ez utóbbi elvégzését követően (1914. augusztus 1-jén) zászlóssá avatták, és a cs. és kir. 5. gyalogezredbe nyert beosztást, amelynek kötelékében augusztus 21-én került ki a frontra.<sup>1</sup>

Az ezred a miskolci 15. gyaloghadosztállyal vonult a keleti harctérre, amely a 4. hadsereg, ezen belül is a VI. had-

1. ábra. Willwerth Ferenc egyetlen ismert gyermekkori fényképe



test alárendeltségébe tartozott. Willwerth 1917. május 1-ig küzdött az 5. gyalogezred kötelékében szakasz-, majd századparancsnokként, ezt követően pedig zászlóalj és ezred segéd-tisztként szolgált. Egysége 1914-ben részt vett a komarowí, a lemberg-rararuskai csatákban, valamint a San folyó menti harcokban és a krakkói ütközetben – ez utóbbiaknál már inkább a XIV., és helyenként a XVII. hadtesttel – komoly veszteségeket szenvedve. A decemberi offenzíva során még előrehatoltak egészen a Dunajec partjáig, 1917 januárjában azonban az 5. gyalogezredet átirányították Bukovinába, a 7. hadsereghez. Jelen írás keretei nem teszik le-



2. ábra. Willwerth a 18.23 számú Lohner C.I-es iskolagépnek támaszkodva, a wiener neustadti repülőtéren

hetővé a gyalogsági harcok részletes bemutatását,<sup>2</sup> azt azonban fontos kiemelni, hogy Willwerth e küzdelmek során többször is felhívta magára felettesei figyelmét, számos elismerésben részesítették. Már a harcok korai szakaszában kitüntette magát. Még zászlósként, 1914. december 2-án az ellenfél előtt tanúsított vitéz magatartásáért a 1. osztályú Ezüst Vitézségi Érmét adományozták számára. 1915. január 1-jén kinevezték hadnaggyá, majd február 11-én a Bronz Katonai Érdemérem a kardokkal elismeréssel tüntették ki. A bukovinai harcok során sem hagyott alább ténykedése, ezt az Ezüst Katonai Érdemérem a kardokkal kitüntetés kétszeri (1915. július 17. és 1916. augusztus 6.) adományozásával honorálták, 1916. november 1-jén pedig főhadnaggyá léptették elő.<sup>3</sup>

Időközben az Osztrák–Magyar Monarchia repülőcsapatainak (k.u.k. Luftfahrtruppen) mind nagyobb szüksége mutatkozott legénységi és tisztii személyzetre az egymás után felállított századokhoz, erre pedig leginkább a szárazföldi egységek soraiból számíthatott. Sok társához hasonlóan, Willwerth is jelentkezett a repülőkhöz. Jelentkezését elfogadták, majd megfigyelőtiszti kiképzésre küldték, amelyet 1917. május 15. és július 15. között végzett el Wiener

**ÖSSZEFOGLALÁS:** A Magyar Királyi Honvéd Légierő legmeghatározóbb katonai teoretikusa és szakírója Szentnémedy (Willwerth) Ferenc vezérkari ezredes volt. Szentnémedy két világháború közötti tevékenységét prof. Dr. M. Szabó Miklós altábornagy, hadtörténész, az MTA rendes tagja, a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem volt rektora már elemezte és publikálta, ám a teoretikus pályafutásának I. világháborús szakaszát e cikk mutatja be elsőként.

**KULCSSZAVAK:** Szentnémedy (Willwerth) Ferenc, Osztrák–Magyar Monarchia, Magyar Királyi Honvéd Légierő, katonai teoretikus

**ABSTRACT:** The most prominent military theorist and professional writer of the Royal Hungarian Air Force was Staff Colonel Ferenc Szentnémedy (Willwerth). Szentnémedy's two world wars activities prof. Lieutenant General Dr. Miklós M. Szabó, military historian, ordinary member of the Hungarian Academy of Sciences, former rector of the Zrínyi Miklós National Defence University, has already analyzed and published Szentnémedy's activities between the two World Wars, but this article presents the World War I period of the theorist's career for the first time.

**KEY WORDS:** Ferenc Szentnémedy (Willwerth), Austro-Hungarian Empire, Royal Hungarian Air Force, military theorist

\* ORCID: 0000-0002-8467-8817





3. ábra. József Ferdinánd főherceg látogatása a Flik 32-nél 1917. augusztus elején

Neustadtban, a repülőtisztai iskolában (Fliegeroffizierschule). A képzést követően a Flik 32-eshez<sup>4</sup> osztották be, ahová 1917. július 18-án érkezett meg. A Richard Hübner százados vezetése alatt álló repülőalakulat az Isonzó-hadsereg alárendeltségében tevékenykedett és a Wippach-völgyben (ma: Vipava folyó völgye, Szlovénia) fekvő St. Veit (ma: Podnanos, Szlovénia) repülőterén állomásozott két másik repülőszázaddal. Az egység általános felderítő feladatokat látott el, amihez a kiváló Hansa-Brandenburg C.I típusú repülőgépeket használták. Ebből június 30-án 6 bevethető példány állt rendelkezésükre, a következő hónapban pedig már 1 Hansa-Brandenburg D.I típusú vadászgép is csatlakozott a felderítőkhöz.<sup>5</sup>

Willwerth 4 bevetést repült megfigyelőként 1917. július második felében, az utolsót 31-én, amely egy komoly összecsapást és meghatározó élményeket hozott számára. Pilótája, Franz Fraueneder tizedes a 229.03 jelű Hansa-Brandenburg C.I-es kormányánál élte át az akció izgalmait, amelyeket az Arany Vitézségi Érem odaítélése okán készített részletes beszámolójából ismerhetünk meg: „1917. július 31-én megszereztem a másik kitüntetésemhez az aranyat. Reggel 7-kor startolt a Flik 32 3 felderítő repülőgépe a Wippach-völgyből a front irányába. Nekem Willwerth főhadnaggyal, mint megfigyelővel kellett egy nehéz főtörpülést végrehajtanom Tolmein környékén. A felvételeket néhány kilométerrel az ellenséges vonalak mögött, alacsony magasságon és a fényképezett terület nagy kiterjedésében kellett megcsinálni.

A hegyes terepnél és jól belőtt elhárító ütegeknél a megbízatás sok nehézséget jelentett, amin ügyességgel és sok szerencsével kellett túlesni. A két másik repülőgépnek, amelyek velünk szálltak fel, az volt a feladata, hogy megvédjenek bennünket az ellenséges repülőök zaklatásától a fényképezés alatt, hogy mi a munkánkat végre tudtuk hajtani. Minden kívánság és parancs szerint ment. A felvételek elkészültét követően a két kísérőnk más irányt vett, hogy a saját feladataikat elvégezzék.

Az ellenséges repülő-elhárítás tüzeiben az Isonzó mentén repültünk a Monte San Gabriele irányába a saját repterre, a Wippach-völgybe. A látótávolság 10-20 km-t tett ki és a földfelszín felé pedig az időközben felvett 2000-2300 méteres magasságból párák voltak. Kis felhőcskékké váló robbanó lövedékeket láttam magam előtt a levegőben, amelyek a saját léghárító ágyúinktól származtak, ez ellenséges repülőgépek jelenlétére utalt a közelben. Szorgos keresgélés ellenére sem láttuk őket, mivel nem voltak a látóterünkben.

Egy rövid időtartamban, amit ilyen esetekben egyáltalán nem lehet pontosan megadni, mivel a feszültség és a vesztély pillanataiban az időt nem figyeli az ember, hallottam mögöttem egy Nieuport (olasz vadászrepülőgép) géppuskájának ropogását, közben a megfigyelőmet is, akik szinte egyidejűleg lőttek.

Az ezt követő fordulómánőver során, hogy új lövési lehetőségekhez jussunk, észrevettem előttem, a pilóta géppuskám lötériben egy második Nieuportot. Leadtam rá egy sorozatot, egyenesen a törzs közepébe és láttam utána oldalirányban eltűnni (lezuhanni). Az első Nieuport, amelyik először lőtt ránk, most a második sorozatát közvetlenül a mi



4. ábra. A 229.03 jelű Hansa-Brandenburg C.I-es landolást követően – talán épp Willwerthék 1917. július 31-i bevetése után

gépünk törzsének közepébe eresztette, és elrepült a törzsünk végénél, mintha nekünk akart volna jönni. 4-5 méterrel a szemem előtt láttam a pilóta arcát. Közben hallottam a két géppuska ropogását és a túlpörgetett motorok robaját.

Az volt az érzésem, hogy rövidesen összeütközünk és már láttam magunkat roncsokként a mélybe zuhanni. A rettenet pillanata volt. Hirtelen eltűnt az ellenfél és a gépem leadta a szárnyát.

Amikor újra egyenes repülésben a saját repterünk felé repültünk, ránéztem a megfigyelőmre, mozdulatlanul feküdt a törzsben. A repülés alatt részben mégis magához tért és két lyukra mutatott a bőrkabátján, két életveszélyes lövés a hastájékon. Kényszerleszállást akartam csinálni a front mögött az elsősegélynyújtó helyen, de jelezte, hogy haza akar menni és így hazafelé repültem a hősiesség megfigyelőmmel, pillantásokkal és gesztusokkal tartottam benne a lelket.

Leszállásnál a saját repülőterünkön a lövésektől súlyosan eltalált futómű összetört. A segítőcsapatok odasiettek és a megfigyelőt rögtön a kórházba vitték.

A gép sok helyen át volt lyuggatva és az oldalkormány felső része az ellenséges repülővel történt érintőleges ütközésnél leszakadt. Ezzel megtörtént az a ritka eset a háborúban, hogy két gép légi harcban összeütközött. Később még jött a gyalogsági megfigyelők jelentése, akik figyelemmel kísérték a légi harcot, hogy mindkét ellenséges repülő az olasz vonalak mögött lezuhant.

Josef Ferdinánd főherceg, a főszemlélő és Uzelac ezredes, a k.u.k. Luftfahrtruppen parancsnoka gratuláltak nekem ehhez a sikerhez és így megkaptam az Arany Vitézségi Érmert.<sup>6</sup>

A gép pilótája egyébként bécsi származású volt, foglalkozását tekintve lakatos és a pilótaképzést követően 1916. október végén osztották be a századhoz. A tapasztaltnak számító repülő az összecsapást megelőzően már 51 bevetés részese volt, majd 1918 februárjában oktatóként áthelyezték a klagenfurti repülőpótszázadhoz.<sup>7</sup> Neki köszönhető, hogy Willwerth has- és gyomorlövésétől súlyosan megsebesülve, visszatérhetett a saját repülőterükre. A légi harc Zagora felett, Görztől (ma: Gorizia, Olaszország és Nova Gorica, Szlovénia) kb. 9 km-re északra folyt, és az osztrák-magyar személyzet számára mindkét Nieuport lelövését igazolták. Willwerth az akcióban történt részvételéért a 3. osztályú Vaskorona Rendet kapta meg.<sup>8</sup>

5. ábra. A feltrei repülőter felülnézetből





6. ábra. Motorpróba a Flik 39/D egyik Hansa-Brandenburg C.I-es felderítőgépén

Felépülése alatt ideiglenesen a repülő-pótalakulatok (k.u.k. Fliegerersatztruppen) állományába került, majd 1918. január 4-én érkezett meg új egységéhez, a Flik 39/D-hez. Ezt a repülőszázadot a 12. isonzói csatára készülve irányították át az olasz frontra, először az 1. Isonzó-hadseereg és a XVI. hadtest alárendeltségében Wippach repülőteréről tevékenykedtek, majd a frontvonalat követve decemberben a német 14. hadsereg, ezen belül a cs. és kir. I. hadtest berkein belül, Avianón települtek. A január és február első fele lényegében további áttelepülésekkel telt, ezt követően érkeztek meg Feltre repülőterére, amely szeptember közepéig otthonul szolgált számukra (továbbra is az I. hadtest alatt, de immár a 11. hadseregnek alárendelve, a Grappa-fronton). A parancsnoki poszton hasonlóan sűrű változások történtek, 1917. decembertől 1918. január végéig Rudolf Dworzak főhadnagy töltötte be átmenetileg, tőle Fritz Wödl főhadnagy vette át a vezetést és egészen októberig ő is maradt a század élén – kivéve a május-júniusi időszakot. Az alakulat a Hansa-Brandenburg C.I-esek mellett együlékes Phönix D.I típusú vadászgépeket is repült, főleg a felderítők védelmében.<sup>9</sup>

Az állandósult költözések közepette nem csoda, ha a század hajózó személyzete februárig szinte egyáltalán nem járt bevetésekre. Willwerth-et beiskolázták még azelőtt, hogy bármit bizonyíthatott volna: február 12–26. között egy fotókurzuson vett részt. A végleges letelepülést követően, az időközben megváltozott erőviszonyok hatása a Flik 39/D számára is hamar megmutatkozott. A mindössze néhány repülésre alkalmas napon 2 pilótáját veszítette el az alakulat légi harc során: Alois Weinert szakaszvezető február 18-án, Josef Santler tizedes február 24-én maradt alul légi összecsapásban együlékes vadászgépeikkel repülve. Március 10-én támadás érte Feltre repülőterét – minden bizonnyal ezen események miatt – március első felében a Flik 39-es egyáltalán nem repült bevetést. Április 25-én egy újabb veszteséget volt kénytelen elszenvedni az alakulat, Roland Lehnert szakaszvezető gyakorlórepülés közben lezuhant és életét vesztette. Májusban ráadásul különösen felerősödött az olasz légi tevékenység a körzetben és több bombatámadás is érte a feltrei repteret. Az olasz repülőgépek kétségkívül május 24-én reggel bizo-

7. ábra. Willwerth Ferenc feltrei szállásán



nyultak a legeredményesebbnek: a Flik 39/D egyik sátorhangárja teljesen kiegészítve, 2 további pedig megsérült, a gépek közül 1 felderítő lényegében megsemmisült, 4 további felderítő és 1 vadászgép megrongálódott.

A repülőgéphiány és a veszteségek tükrében kell nézni azokat az alacsony számokat, amelyek az egység bevetéseit mutatják: márciusban 7 (más adatok szerint 8), áprilisban 2, májusban 10, júniusban 12, júliusban pedig 9 alkalommal jártak ellenség felett a Flik 39/D repülői. Willwerth Ferenc áprilisban vett részt először – és a hónapban egyetlen alkalommal – akcióban, a következő 2 hónapban ismét 1-1 alkalommal került rá sor, hogy bevetésre induljon. A július 1. és augusztus 7. közötti időszakot szabadságon töltötte, majd visszatérte után, augusztusban 3 alkalommal járt a front felett.<sup>10</sup> Érdeemes megemlíteni, hogy 1918 júniusában az egység jelzése Flik 39/P-re változott, ami fotófelderítő századot jelentett (a korábbi általános jellegű, „D” betűvel jelzett ún. hadosztály-repülőszázadhoz képest), kizárólag együlékes fotófelderítő vadászgépekkel vagy ezek keveréke kétülékes felderítőgépekkel.

Augusztus hónapja meglehetősen eseménydúsán telt Willwerthék alakulata számára. Az egyértelmű antant légi fölény következtében mind sűrűbben és egyre nagyobb számban jelentek meg az ellenséges repülőgépek a levegőben, szinte lehetetlenné téve a felderítő munkát. A gyakori találkozások értelemszerűen magukkal hozták az összecsapásokat is, az eredmény: 14 bevetés során 2 légi győzelem és 2 veszteség. Augusztus 5-én a századparancsnok harmadmagával, vadászgépekkel repülve keveredett légi harcba brit Sopwith Camelekkel, amelynek során Fritz Wödl főhadnagy igazolt győzelme mellett, Paul Schremser tizedes megsebesült. 15-én pedig a korábbi parancsnok, Rudolf Dworzak főhadnagy életét vesztette a brit vadászkokkal történt küzdelemben, a pilóta, Konrad Seiboth tiszthelyettes sebesülten hozta le UFAG C.I-es felderítőgépüket. (Egy ellenséges gép lelövését igazolták számukra.<sup>11</sup>)

Az utolsó piavei offenzívára készülve, a századot áthelyezték a 6. hadsereg, pontosabban a Grappa-frontot felügyelő Belluno hadseregcsoport alárendeltségébe. A Karl Jasny százados parancsoksága alatt, San Pietro in Campo repterén települt alakulat tevékenységéről azonban – ahogy ez már javarészt 1918 szeptembertől kezdődően jellemző – szinte semmilyen adat nem maradt fenn.

A világháború befejezését követően Willwerth az újonnan felállított, önálló magyar repülőcsapatokhoz jelentkezett és az Aradon, majd innen a román támadás következtében egészen Budapestig visszavonuló 6. repülőosztály – később 6. (vörös) repülőszázad – állományába nyert beosztást. Bár a saját adatain alapuló anyakönyve szerint a Tanácsköztársaság végéig ezen alakulathál szolgált, a fennmaradt iratokban nem található jelentés arról, hogy akár egyetlen bevetést is teljesített volna. Ismert ugyanakkor, hogy egysége Abony-Sashalom repterén tartózkodása idején, pontosan 1919. április 27-én Willwerth-et több társával együtt átirányították a Hadügyi Népbiztossághoz.<sup>12</sup>

8. ábra. Egy „Brandi” startja a feltrei repterről





9. ábra. Willwerth Ferenc a 369.36 jelű „Brandi” megfigyelő ülésében. A gép a Flik 50/D jelvényét (négylevelű lóhere) viseli



10. ábra. A feltrei reptér az 1918. május 25-i bombatámadás után

Ezt erősíti az a tény is, hogy nem szerepelt a század későbbi állománytábláiban sem.

A tanácskormány bukását követően Willwerth Ferencnek a Nemzeti Hadsereg repülőcsapatainál – 1920. februártól a rejtés céljait szolgáló Magyar Aeroforgalmi Rt. berkein belül – a világháborút megjárt többi társához hasonlóan (közülük is leginkább a volt tiszteknek) – lehetősége nyílt a repülés folytatására. 1919. szeptember 1-től Szegeden teljesített szolgálatot, ahol idővel, 1921 tavaszán, a pilótaképzés abszolválására is lehetősége nyílt. A kiképzés során 2 alkalommal is balesetet szenvedett, az elsőt április 25-én, amikor leszállásnál a H-EC.1 jelű UFAG C.1 típusú géppel kis magasságból átesett, és a gép futószerkezete, valamint bal alsó szárnya eltört, ám a pilóta, Willwerth mindezt sértetlenül úszta meg. Május 11-én már vizsgarepülése okán állt starthoz, de ismét gondok adódtak: „Willwerth felügyelő magassági vizsgarepülése J-111-el, elért magasság 3000 m. Leszállás előtt (a) főtengely a légcsavar felerősítés mögött eltört s a propellerrel leszakadt. A törés oka anyaghiba, a motor (H 230.35) Hiero-Ganz. A gép simán leszállt. Ezzel Willwerth felügyelő pilótakiképzése befejeződött s nevezett táb. pilótává nevezetett ki.”<sup>13</sup>

A H-J.111 jelű repülőgéppel három nap múlva újfent levegőbe emelkedett, ám a feladat kivitelezésébe ismét hiba csúszott: „J111-el Willwerth felügyelő (Hertelendy fel.) J112-vel Kálmán felügyelő (Stojka főgépszerelő) vizsgarepülése Budapestre; start reggel 8h-kor, alacsony felhők miatt 500 m magasban volt a repülés kivihető, az idő igen »Bőig« volt. 9h 25' mind a két gép Mátyásföldön simán leszállt.

Délután Nagykőrösről borult időt, Szegedről esőt jelentenek. Második jelentés kedvezőbb, gépek dut. 4h 5'-kor elstartoltak.

Kálmán fgy. J112-el 5h 25' Szegeden leszáll. Willwerth fgy. J111-el motorhiba miatt Felsőpakonymajornál simán kényszerleszáll egy hepehupás dombos legelőn, tanúbizonyságát adván hidegvérének, pontos kiszámításának s ügyes kezének.

A motorhiba oka a következő: a motor, mely Majthényi fgy. vándorrepülésénél átfordult, HEC-2-ből lett kiépítve, észlelhetetlen sérüléseket szenvedett, melyek a megtett nagy út alkalmából azt eredményezték, hogy a vezértengelyt és fordulómérőt összekötő vasrudacska meglazult s a gépfegyver hajtószerkezet közé esve ennek a házáat kilukasztotta s a henger ellenkező irányba feszítette. A hatodik



11. ábra. Willwerth bevetés előtt a megfigyelőülésben, 1918 augusztusában

henger mögötti gumi vízvezetőcső meglazult s a víz erős sugárban tódult ki.”<sup>14</sup>

Willwerth sikeres vizsgáit követően egyre kevesebb lehetőség adódott repülésre, mivel 1921. augusztus elején megjelent hazánkban a Szövetségek Közi Légügyi Ellenőrző Bizottság, hogy érvényt szerezzen a trianoni békeszerződésben foglalt repülési és repülőgép-építési tilalom végrehajtásának, felkutatva és megsemmisítve minden repülőanyagot és repüléshez szükséges eszközt. Hónapokon át nagy igyekezettel próbálták elrejtetni az értékes repülőgépeket szinte az ország teljes területén – ezen munkálatokban Willwerth is részt vett – a Bizottság azonban alapos munkát végzett és ennek következtében a repülési tilalom lejártakor szinte a semmiből kellett újjáépíteni a magyar repülést.<sup>15</sup>

## JEGYZETEK

- 1 Szentnémedy (Willwerth) Ferenc személyes adatainak forrása: HM-HIM Hadtörténelmi Levéltár, Tiszti anyakönyvek 1897/2117., továbbá Szentnémedy Ferenc személyes iratai és dokumentumai – valamint a közölt fényképek – Somlai Ferenc gyűjteményéből, Koncz Imre közvetítésével és jóvoltából;
- 2 Az 5. gyalogezred harcainak történetéhez lásd: Ajtay Endre: Szatmári cs. és kir. 5. gyalogezred. In: Erdélyi ezredek a világháborúban. Szerk. Deseő Lajos. Bp., 1941. 45–60. o.;
- 3 A bécsi Österreichisches Kriegsarchivban 3 kitüntetési javaslata maradt fenn az 5. gyalogezrednél töltött időszakból, ezek azonban rendkívül nehezen vagy egyáltalán nem olvashatók a ceruzás kézírás miatt, így Willwerth személyes harci cselekedeteire csak korlátozottan engednek rálátást;
- 4 Flik = Fliegerkompanie, azaz repülőszázad;
- 5 Österreichisches Staatsarchiv, Kriegsarchiv (továbbiakban: ÖStA KA). Luftfahrtarchiv (továbbiakban: LA). Monatsberichte (továbbiakban: Mb) Flik 32;
- 6 Karl Meindl: Luftsiege der k.u.k. Luftfahrtruppen. Italienische Front. 2. Teil, 1917. 136. o.;
- 7 ÖStA KA, LA. Personalakt Feldw. Franz Fraueneder.; Mb Flik 32;
- 8 Olasz oldalon veszteséget nem lehet kapcsolni e harchoz és az ellenfelek beazonosítása is további kutatásokat igényel. Jelenleg az tűnik a legvalószínűbbnek, hogy Willwerthék gépét Alessandro Buzio hadnagy, a 81<sup>a</sup> Squadriglia pilótája lötte le;
- 9 ÖStA LA, LA. Mb. Flik 39;
- 10 Az 1918. augusztus végéig, vagyis 14 hónap alatt repült 10 bevetése mindent figyelembe véve is nagyon kevésnek számít;
- 11 ÖStA LA, LA. Frontlagemeldungen. Faszikel 181;
- 12 HM-HIM Hadtörténelmi Levéltár, Magyar Tanácsköztársaság iratai. 427/4. hdm. 46. d. A 6. repülőosztály/repülőszázad történetéhez lásd: Czirik Zoltán: Egy repülőszázad viszonytársai Aradtól Békéscsabáig (1918–1919). Békés Megyei Múzeumok Közleményei 34. 2011. 251–160. o.; Uo: Tábori repülőter egy hétig – Abony-Sashalom, 1919. Magyar Repüléstörténelmi Konferencia Közleményei, 2015. 28–30. o.; Uo: Repülőszázadok Ongán – 1919. 1–4. rész. Ongai Kékdaru, 2009. november. 10–11. o., 2009. december. 11. o., 2010. január. 10–11. o., 2010. február. 10–11. o.;
- 13 Fekete Ház Múzeum (Szeged). Századnapló, 1921;
- 14 Uo. A kényszerleszállt repülőgéphez Szegedről ment légi úton segítség és a javítás elvégzése után, május 16-án reggel érkeztek vissza a repülőterre. fgy.: felügyelő, fel.: főellenőr;
- 15 A rejtés történetéhez lásd Czirik Zoltán: Az „E-akció”, avagy kísérlet a magyar katonai aviatika megmentésére – 1920–1921. Hadtörténelmi Közlemények, 2013. 3. sz. 791–801. o.



Dr. Mujzer Péter\*

# A 2. páncélos hadosztály harcai 1944 őszétől 1945 tavaszáig

Románia az 1944 augusztusi szovjet offenzíva nyomán kivált a tengelyhatalmak közül, és hamarosan hadat üzent Németországnak. A magyar hadvezetés számolva ezzel a román lépéssel, felkészült Dél-Erdély katonai megszállására. A hadműveleti tervek szerint az előrenyomuló magyar csapatoknak a Kárpátok déli vonulatait kellett volna megszállni és biztosítani, ezzel megakadályozva a szovjet és új szövetségesük, a román haderő benyomulását a magyarok lakta területekre.

A magyar vezérkar elrendelte a 2. magyar hadsereg mozgósítását, a sebtében összeszedett erőket a 2. páncélos hadosztály átcsoportosításával erősítették meg. 1944. szeptember 5-én indult meg a támadás a számbeli fölényben lévő román csapatok ellen.

A támadó magyar csapatok kötelékébe 3 tartalék gyaloghadosztály, egy-egy könnyű- és gyaloghadosztály (utóbbi 3 gyalogezreddel), két tartalék hegyvidandár, egy határavadászdandár és a 2. páncélos hadosztály tartozott. A román haderő a támadással szemben az 1. és a 4. román hadsereg kötelékében 20 hadosztályt sorakoztatott fel Dél-Erdély védelmében.

A támadás első fázisában a magyar csapatok sikeresen benyomultak Dél-Erdélybe, elfoglalták Torda városát és átkeltek a Maros és az Aranyos folyókon.

A Románia feől előrenyomuló szovjet csapatok felgyorsították az előrenyomulásukat és a magyar erőknek nem sikerült elfoglalni az átjárókat a Déli-Kárpátokban. A magyarok kénytelenek voltak visszavonulni a Maros folyó mögé, és védelemre berendezkedni.

A harcokban a 2. páncélos hadosztály, 10. rohamlöveg-osztály és 101. és 103. számú páncélvonat vett részt.

A 2. páncélos hadosztályt Zsedényi Zoltán vezérőrnagy, a 3. harckocsiezredet Balsay László ezredes, a 3. gépkocsizó lövészezredet Altörjay Jenő ezredes irányította a harcok során.

A 2. páncélos hadosztály 1944 áprilisától – az 1. magyar hadsereg kötelékében – a galíciai hadműveletekben vett részt, súlyos anyagi és személyi veszteségeket szenvedett. A jelentések szerint 1944 szeptemberében a páncélos hadosztály 14 db 38M Toldi könnyű harckocsival, 40 db 40M



1. ábra. Panzerkampfwagen IV-es H harckocsi magyar személyzettel a 3. harckocsiezred kötelékében, 1944 szeptemberében

Turán közepes, 14 db 41M Turán nehéz harckocsival, 21 db 40M Nimród páncélgépgépjárművel és 12 db 39M Csaba páncélgépkocsival rendelkezett.

A veszteségek pótlására a hadosztály már Galíciában kapott német harcjárműveket, de ezek többsége a nyári harcokban elveszett. A szeptemberi támadás előtt a következő német eredetű harcjárművek voltak a hadosztály állományában; 1 db Panzerkampfwagen III-as (a továbbiakban Pz), 9 db Pz. IVH, 3 db Pz. VIE Tigris harckocsi és 1 db Sturmgeschütz III-as rohamlöveg.

Szeptember 4. körüli időpontban további 20 db Pz. IVH és 5 db Pz. V-ös Párduc harckocsit kapott a 2. páncélos hadosztály. (Utóbbiak a még július 5-én kiképzésre átadott példányok voltak. – Szerk.)

A Párduc harckocsikat a 3/I. harckocsizászlóalj 1. századában Tarczay Ervin főhadnagy parancsnoksága alatt vonták össze. Tarczay főhadnagy a galíciai harcok során a zászlóalj Pz. VIE Tigris harckocsikkal felszerelt századát vezette. Egyes források szerint további 10-12 db Pz. V-ös, eredetileg románoknak szánt harckocsit is átadtak a németek a magyar páncélosoknak.

**ÖSSZEFOGLALÁS:** A magyar hadvezetés az 1944 augusztusi román kiugrást követően elrendelte a 2. magyar hadsereg mozgósítását. A szeptember 5-én megindult támadás első fázisában a magyar csapatok sikeresen benyomultak Dél-Erdélybe, és elfoglalták Torda városát. A harcokban a 2. páncélos hadosztályt, a 10. rohamlövegosztályt, a 101. és 103. számú páncélvonatot vették be. A 2. páncélos hadosztály ezt követően az 1944–45-ös magyarországi harcokban is részt vett.

**KULCSSZAVAK:** Magyar Királyi Honvédség, 2. magyar hadsereg, 2. páncélos hadosztály, Erdély, Tordai csata, Tarczay Ervin páncélos főhadnagy

**ABSTRACT:** After the Romanian withdrawal in August 1944, the Hungarian military leadership ordered mobilization of the 2nd Hungarian Army. In the first phase of the attack started on 5 September, the Hungarian troops successfully pushed into South Transylvania and captured the city of Torda. In the fighting, the 2nd Armoured Division, the 10th Assault Gun Unit, the 101st and 103rd Armoured Trains were deployed. Then, in 1944 and 1945, the 2nd Armoured Division participated in combats in Hungarian.

**KEY WORDS:** Royal Hungarian Army, 2nd Hungarian Army, 2nd Armoured Division, Transylvania, battle at Torda, lieutenant tankman Ervin Tarczay

\* ORCID: 0000-0003-2199-3673





**2. ábra. Improvizált páncélvonat 40M Turán harckocsival a határvédelemben, 1944 augusztus–szeptember**

A 2. páncélosadosztály gépkocsizó lövészezrede három zászlóaljjal (4.,5.,6.) rendelkezett, a gépvontatású tűzérezrednek csak két könnyű tarackos tűzérozstálya volt. A hadosztályhoz még egy-egy légvédelmi tűzérozstály és páncélgéppágyús zászlóalj tartozott. A hadosztály ellátó oszlopához tartozott egy közepes páncélos-pótszázad is. A 2. páncélosadosztály nagyjából 140 db harcjárművel rendelkezett, ezek közül mintegy 100 db volt bevethető a támadás kezdetekor.

A 2. páncélosadosztály egységeit 1944. szeptember 5-ig vasúti szállítással, Esztergom és Hajmáskér körzetéből vonták előre Szamosfalva kirakodási körzetébe.

A román erők védelmi vonala a váratlan magyar támadást követően összeomlott. A 2. páncélosadosztály szeptember 5-én Ludas körzetében áttörte a román 21. kiképző hadosztály védelmét. A 3/1. harckocsizászlóalj 1. százada Tarczay Ervin főhadnagy parancsnoksága alatt aznap este elérte Marosludast. A magyar támadás azonban lelassult, amikor egy román tűzérségi lőtéren keresztül próbáltak előretörni. A román tűzérség, az ismert koordináták és terep pontosság nagy pontosságú tűzzel lassította a magyar előrenyomulást. Szeptember 8-án a román gépesített hadtest, a 8. román lovas-gépesített hadosztály és a 9. román gyalogadosztály is harcbavetésre került, hogy megállítsák a magyar támadást.

A páncélosadosztályt szeptember 10-én három napra tartalékba küldték, majd szeptember 13-án, Torda körzetében ismét bevetették. A magyar erők erős védelmet építettek ki Torda városa körül, ami megállásra kényszerítette a támadó szovjet-román erőket 1944. szeptember közepe és október közepe között.

A magyar hadvezetés a páncélosadosztály egységeit, a legelsőket mozgó tartalékként alkalmazta a védelem kritikus szakaszain. A bevetett páncélos- és gépkocsizó lövészezredek ellentámadásokkal kivetették a magyar védelemben beékelődő ellenséges erőket, és a frontvonal helyreállítását követően visszatértek a tartalék állásokba.

1944. szeptember 15-én a 3/1. harckocsizászlóalj, élén a Párducokkal felszerelt 1. századdal, újabb sikeres ellentámadást hajtott végre. A Tarczay Ervin főhadnagy vezette századot a heves ellenséges tűz leválasztotta a főerőktől. Az 1. század ennek ellenére három ellenséges páncéltörő ágyút és két lövészezredekot semmisített meg.

Szeptember 16-án, a túlerőben lévő szovjet páncélos kötelék oldalba támadta a Tarczay-századot. A századparancsnok higgadt helyzetfelismeréssel vezette a századának tűzét és megállították a támadó szovjet harckocsikat.

Aznap délután az 3/1. harckocsizászlóalj parancsnoka öntevékeny elhatározása alapján, a 3/1. harckocsizászlóalj balszárnyát mentette meg a támadó szovjet harckocsiktól.



**3. ábra. 39M Csaba páncélgépkocsi, tartalékos tisztekkel. Szintén a határvédelemben vett részt 1944 augusztusában és szeptemberében, a magyar támadás előtt**

Tarczay Ervin főhadnagy harckocsija szeptember 16-án 3 szovjet harckocsit és egy páncéltörő ágyút semmisített meg.

Szeptember 17-én Torda keleti részén hídfőállást foglalo szovjet csapatok ellen a 6. gépkocsizó lövészezredek indított támadást. A 3/1. harckocsizászlóalj parancs nélkül, a századparancsnok elhatározásából csatlakozott a gépkocsizó lövészek támadásához és kilőtt két db T-34-es szovjet harckocsit.

A legsúlyosabb harcokra szeptember 22-én került sor, amikor a szovjet-román erők megpróbálták bekeríteni és megsemmisíteni a védekező magyar csapatokat. A támadó szovjet és román erők beékelődtek a 25. magyar gyalog- és a 2. magyar páncélosadosztály védelmébe. A 3/1. harckocsizászlóalj Párduc harckocsijai – ismét csak a századparancsnok elhatározásából – ellentámadást indítottak. A betört ellenséges erőket kivetették, és egy teljes ellenséges zászlóaljat megsemmisített a Tarczay-század. Tarczay Ervin főhadnagy Párduc harckocsija ezen a délutánon újabb két db szovjet T-34-est lőtt ki. A harcok során Tarczay főhadnagy Párducát is kilőtték, de ő átszállt egy másik harckocsiba, és tovább vezette a támadást.

A 3/1. harckocsizászlóalj Párducokkal felszerelt százada Torda körzetében, szeptember 15. és október 5. között 11 db harckocsit, 17 db páncéltörő ágyút, 20 db géppuskát és egy sorozatvetőt semmisített meg.

A Torda környéki harcokban a 10. rohamlövegosztály 40/43M Zrínyi rohamtarackjait is bevetették.

Szeptember 22-én délután az 1/1. gyalogzászlóalj sikeres ellentámadást indított a 10. rohamtűzér osztály 2. ütegével

**4. ábra. Pak 40 75 mm-es páncéltörő ágyú és RSO vontató kirakodása. Az eredetileg a román hadseregnek szánt fegyverzetet a magyar honvédség kapta meg a németektől**





5. ábra. A 40M Turán közepes harckocsikat is bevetették az erdélyi harcokban



7. ábra. A Magyar Királyi Honvédség gyalogsága és a 40M Turán közepes harckocsiszázad ellentámadásra készül

megerősítve. A jól időzített támadás meglepte a Vörös Hadsereg katonáit. A Bozsoki János zászlós parancsnoksága alatt harcoló 6 db Zrínyi rohamtarack leszállásból, néhány perces tűzharcban 18 szovjet T-34-es harckocsit semmisített meg. Bozsoki zászlós a tűzharc után felderítést hajtott végre a Zrínyi rohamtarackjával, a többi rohamlőveg visszamaradt Sósfürdő körzetében.

A zászlós hamarosan erős csatazajt hallott a visszamaradt rohamtarackjainak irányából, azonnal visszatért, hogy segítsen az emberein. A hátra hagyott magyar rohamlővegeket a szovjet erők lerohanták, Bozsoki zászlós három sérült és két épen maradt 40/43M Zrínyi rohamtarackot, halott és sebesült rohamtűzéreket talált a harc helyszínén. Bozsoki zászlós a két ép rohamlőveget visszavitte a magyar állások mögé, és önként vállalkozott a sérült járművek visszahozatalára is. A sérült járműveket éjszaka sikerült kihozni a senki földjéről. Bozsoki János zászlóst a harctéren tanúsított kiemelkedő bátorságáért Tiszti Arany Vitézségi Éremmel tüntették ki. Ő volt a magyar honvédség 7. tisztje, aki ilyen magas kitüntetésben részesült.

1944. szeptember 24-én a 2. páncélosadosztály hadrendjében mindössze 2 db Pz. V-ös Párduc, 6 db Pz. IV-es H és 9 db Turán harckocsi maradt. A 3. harckocsiezred Nagy-Ördögös körzetében gyülekezett, a hadsereg tartalékaként.

1944. szeptember 26-án a 6. gépkocsizó lövészszázalaj, a 2. páncélos utász zászlóalj egységei 2 Pz. V-ös Párduc és 9 Turán harckocsi támogatásával, Péterlakat térségében ellentámadást intéztek az előrenyomuló szovjet erők ellen.

6. ábra. A 38M Toldi könnyű harckocsit a felderítőszakaszok állományában még szintén bevetették



1944. október 8-án a magyar erők megkezdték a visszavonulást Erdélyből. A következő napon a román páncéloscsoport, az Aranyos folyónál támadást intézett a 25. és a 26. magyar gyaloghadosztály állásai ellen. Az előrenyomuló román erők október 11-én elfoglalták Apahidát és összecsaptak a magyar harckocsikkal. A 2. páncélosadosztály súlyos anyagi és személyi veszteségeket szenvedett a tordai harcok során.

Román források szerint a harcok során, 1944. szeptember-októberében a román hadsereg számos magyar harcjárművet zsákmányolt. A Toldi és Turán harckocsik mellett két Hetzer páncélvadász, és egy Zrínyi rohamlőveg került román kézre. Ellentétben a korábban lefektetett együttműködési szabályokkal, amelyek szerint a zsákmányanyag a szovjet hadsereg tulajdonába került, a harcjárműveket a románok bevetették a magyar csapatok ellen.

## A 2. PÁNCÉLOSHADOSZTÁLY HARCAI MAGYARORSZÁGON, 1944-45-BEN

Október 15-e után az elszenvedett veszteségek pótlására csatlakozott a hadosztályhoz az addig Budapesten állomásozó négy harckocsi, és egy páncélgépágyús századból álló páncéloskötélék, négy könnyű tarackos üteg és két gépkocsizó pót lövészszázalaj.

Október 25-én Tarczay Ervin főhadnagy harckocsiszázada Tiszapolgár körzetében harcolt. A magyar harckocsizók lerohantak egy ellenséges páncéltörő tűzérállást, 3 db páncéltörő ágyút zsákmányoltak, és kilöttek két szovjet T-34-es harckocsit. A harckocsiszázad további 5 db szovjet harckocsit lőtt ki október 6. és 25. között.

1944. október 30-án Tiszapolgártól délre, Tarczay Ervin főhadnagy századát bekerítették. A századparancsnok vezetésével egy aknamezőn keresztül a magyar harckocsizóknak sikerült kitörniük, és közben egy szovjet gyalogzászlóaljat is megsemmisítettek. Tarczay harckocsijára egy páncéltörő ágyú 25 méter távolságról rálőtt, de a főhadnagynak a sérült járművel is sikerült legázolni a páncéltörő löveget. Tarczay főhadnagy tovább támadott és rajtaütött egy, az úton menetelő ellenséges ütegen. A magyar harckocsi szétlőtte és legázolta a fogatolt üteget.

1944. november végén a 2. páncélosadosztály Komárom – Párkány körzetében személyi és anyagi feltöltést kapott. A 3. harckocsiezrednek 9 db Pz. IV-es és 2 db 38M-es Toldi könnyű harckocsija volt bevethető. A hadosztály Szákszendén a személyi állomány részére Turán harckocsikról Pz. IV-es harckocsikra átképzést szervezett. A 2. hadosztály 1944. december 9. és 19. között Lovasbe-



rény körzetében a német III. páncélos, majd a VIII. hadtest alárendeltségében harcolt.

1944. december első napjaiban a 2. páncélosadosztálynak 119 db harcjárműve volt, de ebből mindössze 17 db harckocsi volt bevethető. A 2. páncélosadosztálynak 26 db 40M Nimród páncélgéppágyúja, 8 db 39M Csaba páncélgépkocsija, 35 db 40M Turán közepes és 8 db 41M Turán nehéz harckocsija, 16 db 38M Toldi könnyű harckocsija, 1 db Pz. III-as, 20 db Pz. IV-es, 4 db Pz. V-ös Párduc harckocsija és egy StuG III-as rohamlövege volt. December végével mintegy 100 db üzemképtelen harcjárművet leírtak a hadosztály állományából.

1944 végétől a 2. páncélosadosztály egy kisebb páncélosharccsoportja a Szent László hadosztály alárendeltségében a Garam folyó menti harcokban vett részt.

A 3. harckocsiezred 3 db 38M Toldi könnyű harckocsival és 2 db Pz. IV-es harckocsival rendelkezett. Az 52. páncélgéppágyús zászlóaljnak 7 db 40M Nimród páncélgéppágyúja volt.

A 2. páncélosadosztály 1945. január 7. és 12. között 15 db Pz. IV-es harckocsival, 3 gépkocsizó lövészszázalóaljjal és 3 üteggel vett részt a „Conrad hadművelet”-ben, Székesfehérvár körzetében. A szovjet csapatok Csákvár körzetében állították meg a német 3. és a magyar 2. páncélosadosztályok támadását. A magyar páncélosok 1945 januárjában a veszteségek pótlására 27 db Pz. IV-es és 2 db Pz. V-ös Párduc harckocsit kaptak. (Alkatrészhány miatt a magyar gyártmányú harcjárművek gyakorlatilag kiestek a hadrendből.)

1945. január 16-án a megerősített 2. páncélosadosztály 27 db Pz. IV-es harckocsival, 5 db 40M Nimród páncélgéppágyúval, 2 db féllánctalpas harcjárművel, 4 gépkocsizó lövészszázalóaljjal és 2 üteggel rendelkezett.

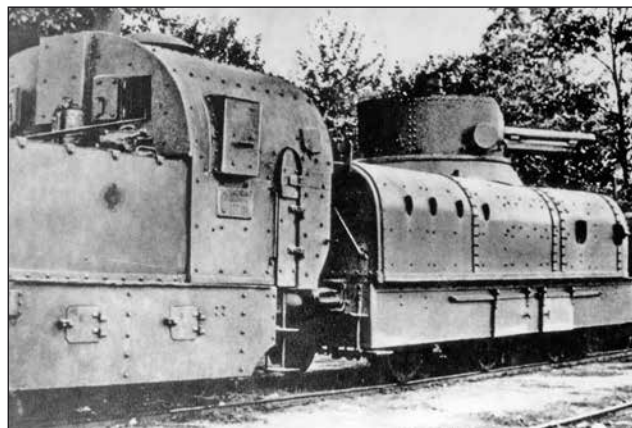
1945. január 24-én a 2. páncélosadosztály és a német 4. lovasdandár a magyar 1. huszárhadosztály támadását támogatta a Vértes-hegységben. A magyar csapatok, Csákvár térségében 11 db Pz. IV-es és 4 db 40M Nimród páncélgéppágyúval felújították a támadást.

Január 25-én a szovjet csapatok 9 db magyar és német harckocsit lőttek ki. A 3/II. harckocsizászlóalj Zámoly körzetében 15 db Pz. IV-es harckocsival vett részt a harcokban.

1945. március 14-től a 2. páncélosadosztályt a IV SS Páncélos Hadtestnek rendelték alá, a hadosztály állományában 16 db Pz. IV-es harckocsi, 4-4 db gépkocsizó lövészszázalóalj és üteg tartozott.

1945. március 17-én, az időközben századossá előléptetett Tarczay Ervin visszatért az alakulatához, és 4 db Pz. IV-es harckocsival részt vett a Söréd környéki harcokban. Az előretörő szovjet erők a faluban bekerítették a védekező magyar és német csapatokat. A magyar csapatok kilőttek két szovjet Sherman harckocsit, és megsemmisítettek 2 db gépjárművet, 3 db aknavetőt és egy lövészszázadot. A faluban bekerített magyar–német erőknek elrendelték a visszavonulást, de a felázott talajon reménytelen volt a nehéz harcjárművekkel a kitörés. A még harcképes magyar Pz. IV-es harckocsik egyike, Korbuly István főhadnagy parancsnoksága alatt 300 méterről kilőtt egy szovjet páncélost. A német 3. SS páncélvadászosztály rohamlövegei, vadászpáncélosai és önjáró páncéltörő ágyúi a templom körzetéből kiindulva kitörést kíséreltek meg Bodajk irányába. Azonban a Söréd-től nyugatra lévő felázott szántóföldön a nehéz harcjárművek elakadtak, és a kezelőszemélyzet felrobbantotta őket.

A heves szovjet gyalogsági és aknavetőtűzben Tarczay százados is a gyalogos kitörés mellett döntött. A kitörés során Tarczay Ervin századost a jobb térdén érte találat, amelyet kötszer hiányában nem sikerült bekötözni. Korbuly István főhadnagy másodmagával megpróbálta tovább



**8. ábra.** A 101. számú magyar páncélvonatot is bevetették az erdélyi harcokban



**9. ábra.** 40/43M Zrínyi rohamtarackok támadás közben

vinni, de a súlyosan sebesült százados összeesett és feltehetően maga kérte, hogy társai haladjanak tovább.

Tarczay Ervin századost 1945. március 18-a óta senki sem látta. Hivatalosan eltűntnek nyilvánították, de nagy valószínűséggel Söréd határában elvészett.

A szovjet csapatok Söréd elfoglalásakor 35 db harcjárművet és 70 db gépjárművet zsákmányoltak, továbbá kilőttek 21 db német és magyar harcjárművet. A háború végéig a 2. páncélosadosztály maradványai már csak szórványos ellenállást tudtak kifejteni, és 1945 májusára a hadosztály harcoló alakulatként megszűnt.

**10. ábra.** Páncélos bemutató az Esztergom-tábori páncélos iskolán. Az előtérben látható Panzerkampfwagen V Párduc harckocsiból, a támadás előtt a 3. harckocsiezred is kapott néhány darabot



**FORRÁSOK**

1. Huszár Hadosztály 1944/45, HHA, 1992;  
 Babucs Zoltán: „Állták a csatát Tordánál fejtetőig vérben...” – Emlékkönyv a tordai csata 60. évfordulójára. Tordai Honvéd Hagyományörző Bizottság, 2004 Torda;  
 Bíró Ádám – Éder Miklós – Sárhidai Gyula: A Magyar Királyi Honvédség hazai gyártású páncélos harcjárművei 1920–1945, Petit Real, 2012;  
 Bonhardt Attila – Sárhidai Gyula – Winkler László: A Magyar Királyi Honvédség fegyverzete, Zrínyi Kiadó, 1992;  
 Bombay László – Gyarmati József – Turcsányi Károly: Harcokcsik 1916-tól napjainkig. Zrínyi Kiadó, Budapest, 1999;  
 Dálnoki Veress Lajos: Magyarország honvédelme a II. világháború előtt és alatt (1920–1945), München, 1974;  
 Dombrády Loránd – Tóth Sándor: A Magyar Királyi Honvédség 1919–45, Zrínyi, 1987;  
 Gosztonyi Péter. A Magyar Honvédség a II. világháborúban, Európa Könyvkiadó, 1992;  
 György Sándor: A magyar királyi 16. honvéd felderítő osztály harcai az 1. hadsereg kötelékében 1944–1945, Históriaantik Kiadó, 2012;

Hollósy – Kuthy László: Don, Torda, Kárpátok, Gilde Verlags, 1990;  
 Illésfalvi Péter – Szabó Péter – Számvéber Norbert: Erdély a Hadak Útján 1940–1944, Püchler Kiadó, 2006;  
 Mányi Pál: Magyar páncélosokkal a hadak útján 1941–1945, Magánkiadás 2000;  
 Szabó Péter – Számvéber Norbert: A keleti hadszíntér és Magyarország 1943–1945, Püchler Kiadó, 2009;  
 Péter Muzser: Hungarian Mobile Forces 1920-45, Bayside Books, 2000;  
 Ravasz István: Erdély, mint hadszíntér 1944, Petit Real, 1997;  
 Turcsányi Károly – Hegedűs Ernő – Számvéber Norbert – Kovács házy Ernő – Matthaedesz Konrád: Nehéz harckocsik – Összehasonlító értékelések, műveleti alkalmazások és a magyar TAS tervezése. Püchler Kiadó, Debrecen, 2008. 287 p.;  
 Ungváry Krisztián: A magyar honvédség a második világháborúban, Osiris, 2005;  
 Veress D. Csaba: Magyarország hadikronikája 1944–1945 I-II. Militaria, 2002.

(Fotók a szerző gyűjteményéből.)

**Szerk. dr. Béres János**

## Külföldi nemzetbiztonsági szolgálatok

A Zrínyi Kiadó gondozásában 2018-ban jelent meg a *Külföldi nemzetbiztonsági szolgálatok* című könyv, amely közel 80 állam nemzetbiztonsági rendszerét mutatja be. A kötetet a Katonai Nemzetbiztonsági Szolgálat szakértői írták, szerkesztője dr. Béres János vezérőrnagy, a kiadvány lektora a KNBSZ elődszervezetének, a Katonai Felderítő Hivatalnak egyik korábbi vezetője, a téma elismert szakértője, dr. Magyar István nyugállományú dandártábornok. Az elemzett országok kiválasztása Magyarország nemzetbiztonsága szempontjából történt, így tartalmazza az összes európai, valamint más kontinensek hazánk számára jelentőséggel bíró országait. A könyv az országok szolgálatainak nevét, alapadatait – rendeltetés, feladatrendszer, létszám, költségvetés, rövid ismertetés, történet – mutatja be.

Az országonkénti ismertetések bevezetőjeként, az érdeklődők számára dr. Vida Csaba felvázolja a nemzetbiztonsági rendszer elméleti alapjait, a nemzetbiztonsági szolgálatok típusait, feladatrendszerét, ellenőrzésének és irányításának kérdéseit.

A különböző államok nemzetbiztonsági rendszerének vizsgálata alapján azonosíthatóak ugyan bizonyos törvényszerűségek, ám ezek helyett – az eltérő történelmi fejlődés és a helyi sajátosságok miatt – számos országban egyedi megoldások születtek. A szolgálatok rendeltetésük és jellegük alapján feloszthatók katonai és polgári, valamint hírszerző és elhárító szervezetekre, amelyek saját adatszerező és elemző-értékelő képességekkel rendelkeznek. Ám vannak olyan szolgálatok is, amelyek nem illeszkednek a klasszikus felosztásba. Ezek többségükben az utóbbi évtizedekben alakultak ki, vagy váltak a nemzetbiztonsági rendszer önálló összetevőivé. Közéjük tartoznak a koordináló-irányító, az adatvédelemmel és adatszerezéssel foglalkozó szolgálatok, és egyes országokban a nemzetbiztonsági rendszer részeinek tekinthetők a nyomozati jogkörrel rendelkező terrorellenes, szervezett bűnözés-, és korrupcióellenes tevékenységet folytató rendvédelmi szervezetek is.

A nemzetbiztonsági szolgálatok olyan funkciókat látnak el, amelyek az állam fennmaradásával, biztonságával kapcsolatosak, többnyire a végrehajtó hatalom politikai irányítása alatt állnak. Kiemelt fontosságú céljaikat segítő különleges jogosítványokkal rendelkeznek. Demokrációkban jelentős szerepe van a nemzetbiztonsági szolgálatok ellenőrzésének, mert ez biztosítja, hogy ne élhessenek vissza különleges felhatalmazásaikkal és speciális műveleti lehetőségeikkel. Az ellenőrzésben a végrehajtó, a törvényhozó és a bírói hatalmi ágnak, rendszerint egyaránt szerepe van.

A továbbiakban a kötet ismerteti a szomszédos és környező országok, a nagyhatalmak (Amerikai Egyesült Államok, Kínai Népköztársaság, Oroszországi Föderáció), a Közel-Kelet és Közép-Ázsia, Európa, valamint számos afrikai, távolkeleti, amerikai jelentősebb államalakulat nemzetbiztonsági szolgálatait. A kötet végül bemutatja néhány fontosabb nemzetközi szervezet hírszerző, elhárító, bűnüldöző tevékenységét is (NATO, EU, Interpol stb).

A kézikönyv hiánypótlónak tekinthető, hasonlóan széles kitérítésű mű az elmúlt évtizedben Magyarországon nem készült.

**A 304 oldalas, papírkötéses könyv 4000 Ft-os áron kapható a könyvesboltokban, illetve közvetlenül a Zrínyi Kiadónál is, 25%-os helyszíni kedvezménnyel, vagy a kiadó online felületén:**

**[http://www.hmzrinyi.hu/termek/kulfoldi\\_nemzetbiztonsagi\\_szolgalatok](http://www.hmzrinyi.hu/termek/kulfoldi_nemzetbiztonsagi_szolgalatok)**

**(Cím: 1087 Budapest, Kerepesi út 29/b, Tel.: 06 1 459 5373, e-mail: gyoredina@armedia.hu). (Sza)**



## CONTENTS

### STUDIES

Organization Innovation in the Hungarian Defence Forces: Human-Machine Symbiosis from the Point of Strategy Doctrines	2
Modelling the Construction of the Quick Operating Detonator	9
Huba Wass, the Hungarian-born US Brigadier General	15

### INTERNATIONAL MILTECH REVIEW

Extracts from the Present of the Cyberwarfare, Part 3	18
From the Freighter Helicopter UAVs to the Chinese AT200 Freighter Drone	22
Turkish Tank Casualties in Northern Syria	24
The Effects of Nanotechnology to the Robotics and the Development of the Military Robots	28

### SPACE ACTIVITIES

Apollo 50, Race for the Moon, Part 2	34
Around the World by a Trabant	39

### DOMESTIC SURVEY

7,62 mm AMP Grenade Launcher Assault Rifle, Part 2	44
Possibilities of Military Applications of Autonomous On-road and Off-road Vehicles	49
40x46 LV Rocket Assisted Grenade – An Unrealized Development, Part 1	51

### MILTECH HISTORY

Motor Torpedo Boat Developments of the Austro-Hungarian Navy, Part 2	56
The History of the Hungarian Military Parachuting from 1948 to the Present Day	59
Nearly Won the Atlantic-battle – the Class VII Submarines of Kriegsmarine, Part 3	62
Colonel Ferenc (Willwerth) Szentnémedy's Life and Military Career, Part 1	67
Fights of the 2 <sup>nd</sup> Armoured Division from 1944 Autumn to 1945 Spring	71

**A címképünkön:** A Magyar Honvédség új Polaris MRZR 4 típusú ultrakönnyű taktikai járművének vezetéstechnikai gyakorlata az MH 2. Vitéz Bertalan Árpád Különleges Rendeltetésű Dandárnál (Fotó: Zrínyi Katonai Filmstúdió, Rácz Tünde)  
**Borító 2.:** Fent és lent: A Magyar Honvédség nemrég beszerzett Polaris MRZR 4 típusú ultrakönnyű taktikai járműve vezetéstechnikai gyakorlata. Az amerikai gyártmányú járművet – amely szinte bármilyen terepviszonyok között bevethető – 2018. november 12-én kiállították Zalaegerszegen, az „Autonóm on- és offroad járművek katonai alkalmazhatóságának lehetőségei” című tudományos konferencián (Fotók: Zrínyi Katonai Filmstúdió, Rácz Tünde)  
**Borító 3:** Fent: A holdkomp felszállóegysége közeledik az Apollo-CSM-hez. Lent, jobb oldalon: Startol az Apollo-8 űrhajó. Lent bal oldalon: A Saturn-IB második fokozatával gyakorolták az űrrendevítést az Apollo-7 űrhajósi (Fotók: NASA)  
**Borító 4:** Fent: 43M Zrínyi II. rohamtarack az Oroszországban lévő Kubinkai Harckocsi Múzeumban. Az egyetlen példány a világon. Lent: StuG 40 Ausf.G (StuG III) rohamlőveg az Oroszországban lévő Kubinkai Harckocsi Múzeumban. (Fotók: Kelecsényi István)

## INHALTVERZEICHNIS

### STUDIEN

Organisationsinnovation in der Ungarischen Armee: die Mensch-Maschine Symbiose im Aspekt der Strategietheorien	2
Modellierung des Aufbaus der Schnellsprengkapsel	9
Der ungarisch-amerikanischer Brigadegeneral, Huba Wass	15

### INTERNATIONALE WEHRTECHNISCHE RUNDSCHAU

Lesefrüchte aus der Gegenwart des Cyberkrieges, Teil III.	18
Vom UAV-Lasthubschrauber bis dem chinesischen unbemannten Transportflugzeug „AT200“	22
Türkische Panzerverluste in Syrien	24
Einfluss der Nanotechnologie auf die Robotik und die Entwicklung der Militärroboter	28

### RAUMFAHRTTECHNIK

Wettbewerb für den Mond - Das Apollo-Programm – nach 50 Jahre, Teil II.	34
Mit Trabant um die Erde	39

### HEIMATSCHAU

Der Maschinenkarabiner „AMP“ von 7,62 mm mit Gewehrgranate, Teil II.	44
Die Möglichkeiten der militärischen Anwendung der autonomen Strassen- und Geländefahrzeuge	49
Die Granate 40x46 LV mit additionalen Raketenantrieb, Teil I.	49

### GESCHICHTE FÜR WEHRTECHNIK

Schnellbootentwicklungen der österreichisch-ungarischen Kriegsmarine, Teil II.	56
Die Geschichte des ungarischen Fallschirmspringen von 1948 bis heute	59
Was die Atlantikschlacht bald gewonnen hat – Die U-Boot Klasse VII der Kriegsmarine – Teil III.	62
Das Leben und militärische Laufbahn von Generalstabsobersst Ferenc Szentnémedy (Willwerth), Teil I.	67
Die Kämpfe der 2. Panzerdivision von Herbst in 1944 bis Frühling in 1945	71

### Szerzőink figyelmébe

A szerkesztőség két független lektorral ellenőrizteti a beküldött kéziratokat és plágiumellenőrzésnek veti alá azokat. A cikkeknek tartalmaznia kell: egy max. 6-10 soros összefoglalást és 5 kulcsszót magyar és angol nyelven is, illetve a cím angol nyelvű fordítását. Lapunk szerzőinek nevénél lábjegyzetben fel kell tüntetni: a szerző e-mail címét és Orcid azonosítóját (www.orcid.org oldalon kérhető), továbbá a szerző munkahelyét, intézményi kötődését angol és magyar nyelven (illetve tudományos fokozatát – ha ilyenrel rendelkezik). A kéziratot csak a felhasználó irodalmak megjelölésével fogadjuk el. Ha a hivatkozott irodalmi forrás rendelkezik DOI azonosítóval, azt kérjük feltüntetni. Az irodalmi hivatkozások formája az ISO 690:2010 szabványnak feleljen meg. A hivatkozásokra vonatkozó szabály, hogy egyetlen olyan forrás se szerepeljen a felhasználó irodalom jegyzékében, amelyre a szerző a törzsszövegben nem hivatkozik. A szerzői jogra (copyright) vonatkozó jogok és kötelezettségek, továbbá a tiszteltetj a kiadói szerződésben kerülnek szabályozásra. A Haditechnika folyóirat cikkei a szerkesztőség feltölti a Magyar Tudományos Művek Tárába, emellett az elmúlt 50 év lapszámai elérhetők az MTA REAL- repositoryumban: <http://real-j.mtak.hu/view/journal/Haditechnika.html>

### Előfizetés

Előfizetésben terjeszti a Magyar Posta Rt. Hírlap Üzletága, 1008 Budapest, Orczy tér 1. Előfizethető valamennyi postán, kézbesítőknél, e-mailen: [hirlapelofizetes@posta.hu](mailto: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](mailto:ugyfelszolgalat@topomap.hu) További információ: 06 80/444-444 A folyóirat 2005-2015 közötti példányai megrendelhetőek a Zrínyi webshopban (www.hmzrinyi.hu/termekek/magazinok).

### A Haditechnika megvásárolható

**Lira Könyvárúhá, 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](http://www.topomap.hu)

### Hirdetésfelvétel

HM Zrínyi Térképészeti és Kommunikációs Szolgáltató Közhasznú Nkft. 1087 Budapest, Kerepesi út 29/B. Felelős: Bartha Cynthia terjesztési menedzser Telefon: 459-5319 E-mail: [cinti@armedia.hu](mailto:cinti@armedia.hu)

