

# KATONAI LOGISZTIKA MILITARY LOGISTICS

28. ÉVFOLYAM

2020. 4. SZÁM



A MAGYAR KATONAI LOGISZTIKAI EGYESÜLET  
folyóirata



ALAPÍTVÁ 2007

*The battle is won or lost  
before it ever begins by the  
logistician.*

*A csatát a logisztikus már  
azelőtt megnyeri vagy  
elveszíti, mielőtt az  
elkezdődne.*

*George S. Patton*

# **KATONAI LOGISZTIKA**

**A MAGYAR KATONAI LOGISZTIKAI EGYESÜLET**

**KATONAI LOGISZTIKAI FOLYÓIRATA**

## **SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG**

**Elnök:** Dr. Turcsányi Károly ny. ezds.

**Tagok:** Bakó Antal ny. ezds. Baráth István vörgy.  
Dr. Báthy Sándor ny. ezds. Bencsik Gábor fhdgy.  
Dr. Bencsik István ny. altbgy. Dr. Doór Zoltán  
Dr. Gáspár Tibor ny. vörgy. Dr. Gyulai Gábor ny. ezds.  
Dr. Hegedűs Ernő alez. Dr. Horváth Attila alez.  
Dr. Horváth Tibor ezds. Dr. Hornyacsek Júlia alez.  
Dr. Keszthelyi Gyula ny. ddtbk. Dr. Pohl Árpád ddtbk.  
Schmidt Zoltán vörgy. Dr. Szenes Zoltán ny. vezds.  
Tóth László ny. alez. Dr. Tóth Rudolf ny. ddtbk.  
Veres István ny. ezds.

## **LEKTORI BIZOTTSÁG**

**Elnök:** Dr. Tóth Rudolf ny. ddtbk.

**Tagok:** Dr. Báthy Sándor ezds. Dr. Gáspár Tibor ny. vörgy.  
Dr. Gyulai Gábor ny. ezds.

**Titkár:** Rai István ny. alez.

## **SZERKESZTŐSÉG**

**Cím: Magyar Katonai Logisztikai Egyesület**

1087 Budapest  
Kerepesi út 29/B.

**Főszerkesztő:** Dr. Keszthelyi Gyula ny. ddtbk.  
**Felelős szerkesztő:** Veres István ny. ezds.  
**Olvasószerkesztő:** Tóth László ny. alez.  
**Címlapterv és grafika:** Bodnár István fhdgy.  
**Web:** Balogh János ny. ezds.  
**Adminisztrátor:** Demeterné Szivák Petra közalkalmazott  
**Felelős Kiadó:** Dr. Keszthelyi Gyula ny. ddtbk,  
Magyar Katonai Logisztikai Egyesület  
**Megjelenik:** 4 szám évente  
**Postacím:** Katonai Logisztika Szerkesztőség  
1087 Budapest, Kerepesi út 29/B.  
**E-mail:** [mkle@mkle.net](mailto:mkle@mkle.net)  
**e-ISSN** 1789-6398  
**ISSN** 1588-4228  
**Címlapfotó:** [kc-390 flare - Bing images](#)

A közölt cikkek a szerzők véleményét és nem a Szerkesztőbizottság álláspontját tükrözik!

## TARTALOMJEGYZÉK

### A VÉDELMI LOGISZTIKA ELMÉLETE

#### Keszthelyi Gyula

- A Mi-24 típusú harcihelikopter hatékonysága korunk fegyveres konfliktusaiban III. rész 5.  
A helikopter önvédelmi rendszerei és alkalmazási hatékonyságuk

<https://doi.org/10.30583/2020.4.005>

#### Kugyela Lóránd

- A Többkomponensű robbanóanyagok múltja, jelene és jövője 58.

<https://doi.org/10.30583/2020.4.058>

#### Rémai Dániel

- Made in Israel, avagy hadiipari és logisztikai sajátosságok az izraeli védelmi erőkből 76.

<https://doi.org/10.30583/2020.4.076>

### VÉDELMI LOGISZTIKA ÉS FELKÉSZÍTÉS

#### Lévai Zsolt

- A határvédelmi követelményeknek való megfelelés vizsgálata és továbbfejlesztésének lehetőségei a vasúti határállomásokon II. rész 104.  
A személy-, a teher- és katonai szállítás vizsgálata és javaslatok megfogalmazása

<https://doi.org/10.30583/2020.4.104>

### VÉDELMI SZAKLOGISZTIKA ÉS FELKÉSZÍTÉS

#### Szantai Zsolt József

- A robbanóanyag-kereső kutyák alkalmazásának logisztikai támogatása 132.

<https://doi.org/10.30583/2020.4.132>

## **SZAKTÖRTÉNET**

### **Druzsín József**

További szemelvények a magyar repülés történetéből 153.

<https://doi.org/10.30583/2020.4.153>

### **Hegedűs Ernő**

The impact of air mechanisation on the organisational development of airborne troops (1935-2020) 182.

<https://doi.org/10.30583/2020.4.182>

### **Lukács László - Szalay András**

Robbantástechnika a hazai katonai szakfolyóiratokban 1945–1990 között II. rész 194.

Robbantásos fémmegmunkálás

<https://doi.org/10.30583/2020.4.194>

## **Tájékoztató – Információ**

**Könyvismertető** 243.

**Hírek, események** 246.

**Keszthelyi Gyula<sup>1</sup>**

## **A MI-24 TÍPUSÚ HARCHELIKOPTER HATÉKONYSÁGA KORUNK FEGYVERES KONFLIKTUSAIBAN**

### **III. rész**

#### **A helikopter önvédelmi rendszerei és alkalmazási hatékonyságuk**

<https://doi.org/10.30583/2020.4.005>

Jelen publikáció első része áttekintette a Magyar Honvédségnél rendszeresített Mi-24-es harcihelikopterek fedélzeti rendszereinek jellemzőit, összehasonlította azokat napjaink legkorszerűbb eszközeivel, javaslatot tett a helikopter harci hatékonyságának szempontjából legfontosabb korszerűsítésekre. A második rész bemutatta a harcihelikopterek ellen napjaink konfliktusaiban várhatóan alkalmazott különféle támadóeszközöket, azok jellemzőit. A III. rész elemzi a fenyegetések elleni védelem lehetséges módszereit és eszközeit, s végül értékeli a helikopter modernizálásának lehetőségeit és a modernizálás kockázatait.

#### **Absztrakt**

*A harcihelikopterek elleni fenyegetéseket az általános fenyegetési forgatókönyvtől függően két fő csoportra lehet osztani. Az egyik csoportba tartoznak a csúcstechnológiai fenyegetések, amelyek egy úgynevezett „nagy” háborúhoz kapcsolódnak. A másik csoportba az alacsony technológiájú fenyegetések sorolhatók, melyek elsősorban az alacsony intenzitású és az aszimmetrikus konfliktusokkal vannak összefüggésben. Mindkét esetben a helikopterekre és azok személyzetére a legnagyobb veszélyt a föld-levegő rakéták jelentik, melyek közül proliferációjuk és egyszerű kezelhetőségük miatt a hordozható infravörös önirányítású (továbbiakban: IR), vállról indítható MANPAD(S)*

---

<sup>1</sup> Dr. Keszthelyi Gyula nyá. mk. dandártábornok, repülőműszaki és logisztikai szakterületen (NATO beosztásban is) több szervezet vezetőjeként tevékenykedett; utolsó beosztása a HM Fegyverzeti és Hadbiztosi Hivatal főigazgatója. Jelenleg több civil szervezet elnöke, elnökségi tagja, tudományos folyóirat szerkesztőségének, lektorátusának vezetője, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola oktatója. ORCID: 0000-0002-7603-2389

*(Man-Portable Air Defense System) rakéták elleni védelem a legfontosabb. Jelen publikáció elemzi a különböző típusú támadóeszközök érzékelésének és zavarásának módszereit és az ellentevékenység hatékonyságát. Végezetül a magyar Mi-24-es flotta technikai korszerűsége alapján értékeli a korszerűsítés lehetőségeit.*

**Kulcsszavak:** Elektronikai Harc Önvédelmi Rendszere, dipól, infracsapda, irányított infravörös ellentevékenység, radar besugárzásjelző, túlélőképesség

### **Abstract**

*Threats against combat helicopters can be divided into two main groups, depending on the general threat scenario. One of those includes high-tech threats related to a “main” war. The other group includes low-tech threats, which are primarily related to a low-intensity and an asymmetric conflict. In both cases, the surface-to-air missiles pose the greatest threat to helicopters and their crews, the most important of which is the protection against the man-portable infrared homing missile (MANPAD(S)) due to their proliferation. Present publication analyzes the methods of detecting and jamming of the different types of surface-to-air missiles, and the effectiveness of the countermeasure applied against them. Finally, it evaluates the possibilities of modernization of the Hungarian Mi-24 fleet, based on their technical condition.*

**Keyword:** Electronic Warfare Self Protection System, chaff, flare, Directed Infrared Countermeasure, Radar Warning Receiver, survivability

### **Bevezetés**

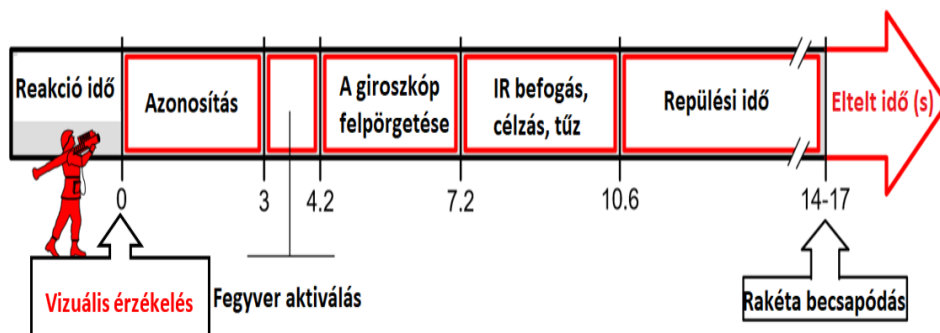
A harcihelikopterekre a legnagyobb fenyegetést a hordozható, vállról indítható infravörös önirányítású rakéták (továbbiakban: IR) MANPAD(S) (Man-Portable Air Defense System) jelentik. Ezek proliferációja az elmúlt évtizedekben szinte nem ismert határokat, mely odáig vezetett, hogy a különböző terrorista szervezetek már a polgári repülőgépek ellen is használják ezeket a rakétákat. A probléma súlyosságát jelzi, hogy napjainkban a legkülönbözőbb nemzetközi szervezetek foglalkoznak az üggyel<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Sean M. Zeigler, Alexander C. Hou, Jeffrey Martini, Daniel M. Norton, Brian Phillips, Michael Schwille, Aaron Strong, Nathan Vest: Acquisition and Use of MANPADS Against Commercial Aviation RAND Corporation 2019

A MANPAD-ek kétségtelenül legnagyobb előnye a könnyű kezelhetőség, amely a gyakorlatban azt jelenti, hogy szinte minden kiképzés nélkül, nagy hatékonysággal lehet alkalmazni azokat a különböző légi célok ellen. Ezért a technika és a személyzet védelmében olyan módszereket és eljárásokat kellett kidolgozni, melyek megelőzik a repülőgépek és a személyzet sérülését. Az eredményes védekezést bonyolítja, hogy a MANPAD-ek fejlesztése már az ötödik generációnál tart, s ezek a generációk jelentősen különböznek egymástól a célkövetés elveiben, módszereiben, így nem lehetett uniformizált védekezést alkalmazni ellenük. Az eltérő célkövetési elvek következtében a helikopter személyzete ma sincs tisztában azzal, hogy egy terrorista csoport milyen generációs rakétát fog alkalmazni, s ez ellen a MANPAD ellen vajon melyik a leghatékonyabb ellentevékenység. Az eredményes védekezést támogathatja a szembenálló fél arzenáljáról származó felderítési információ, azonban ennek minden esetben hitelesnek kell lennie.

A MANPAD-ek alkalmazása viszonylag egyszerűen modellezhető, mely a cél észlelését, a cél azonosítását és a rakéta aktiválása között eltelt úgynevezett reakcióidőket, a tűz kiváltásáig eltelt időt, valamint a rakéta repülési idejét a becsapódásig tartalmazza. Az időszükségleteket az 1. ábra szemlélteti.



1. számú ábra. A rakéta indításától a becsapódásáig eltelt idő szakaszai<sup>3</sup>

Az ábrából levonható legfontosabb következtetés, hogy a helikopterek személyzetének a hatékony ellentevékenységre rendkívül korlátozott ideje van, mely alatt fel kell deríteni a fenyegetést, meg kell kezdeni az ellentevékenységet és adott esetben a kitérő manővert. Ezek a műveletek csak abban az esetben lehetnek sikeresek, ha a helikopter rendelkezik elektronikai harc önvédelmi csomaggal (továbbiakban EWSP:

<sup>3</sup> Johnny Heikell ELECTRONIC WARFARE SELF-PROTECTION OF BATTLEFIELD HELICOPTERS: A HOLISTIC VIEW 29. ábra alapján



Electronic Warfare Self-Protection), mely minimálisan egy Rakétaindításra Figyelmeztető Rendszerből (Missile Warning System, továbbiakban: MWS) vagy Rakétaközeledésre Figyelmeztető Rendszerből (Missile Approaching Warning System, továbbiakban: MAWS) és a zavaróeszközöket kilövő programozható adagolóból (diszpenzerből) áll, melyet az MWS irányít. Napjainkban ez a csomag kiegészül egy Irányított Infravörös Ellentevékenységgel (továbbiakban: Directed Infrared Countermeasure vagy DIRCM) rendszerrel, amely képes megzavarni a legújabb generációs képalkotó keresőfejjel felszerelt rakétákat is. A cikk a helikopter jellemzőiből kiindulva mutatja be a rakéták indításának a felderítésétől, azok megzavarásig terjedő folyamatot, s legvégül a három rész alapján értékeli a Mi-24 típus alkalmazhatóságát korunk fegyveres konfliktusaiban, valamint ajánlást tesz a jövőbeni fejlesztésekre.

## 1. A helikopter főbb azonosító jellemzői

A helikopterek védelme szempontjából meghatározható néhány olyan jellemző, melyek elősegítik egy helikopter felderítését és azonosítását. Ezek közül a legfontosabbakat az 1. táblázat tartalmazza.

### FŐBB AZONOSÍTÓ JELLEMZŐK

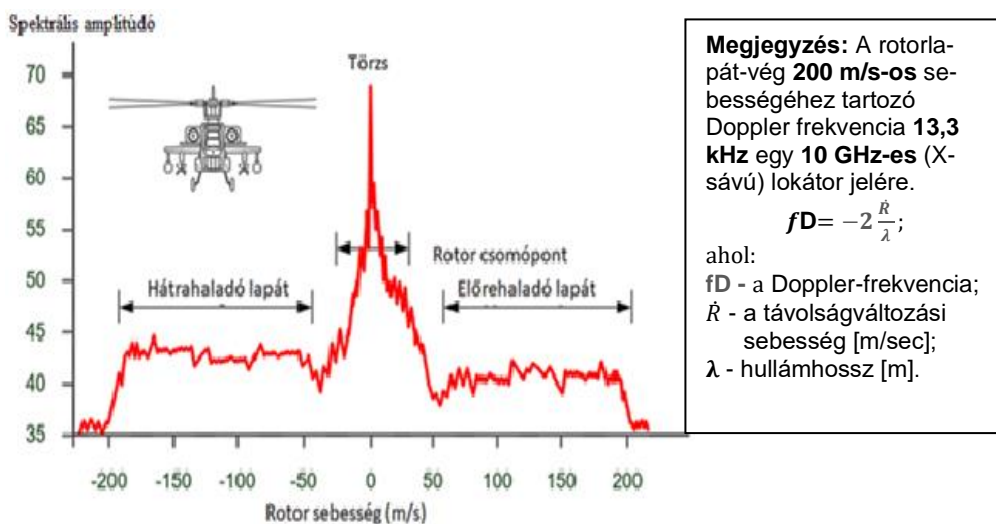
1. számú táblázat<sup>4</sup>

Főbb azonosító jellemzők	
Azonosító jellemzők	Megjelenés
Vizuális	A vizuális azonosításnál a méret a meghatározó tényező, de a különböző egyéb jellemzők is lehetővé teszik a nagy távolságról történő felismerést. Ilyenek a pilótafülke ablakainak és a fém rotorlapátoknak a tükröződése, melyek kiemelik a helikoptert a környezetből ugyanúgy, mint a hajtóműből kiáramló gázok füstje és a pilótafülke megvilágítása.
Infravörös	A napfény és a hajtóműből kiáramló gázok sugárzása elsősorban a 3-5 µm hullámhosszon jellemző, a törzstől eredő fekete test sugárzása pedig 8-12 µm hullámhosszúságú. A hajtóműből kiáramló gázok CO <sub>2</sub> tartalma 4,3 µm-es hullámhossznál nagyobb, ha a kiáramló gázok szennyezettek vagy szilárd részecskéket tartalmaznak.

<sup>4</sup> Johnny Heikell ELECTRONIC WARFARE SELF-PROTECTION OF BATTLEFIELD HELICOPTERS: A HOLISTIC VIEW 12. táblázat alapján

<b>Akusztikus</b>	Erős zajt generál a főreduktorrendszer, a hajtómű és a forgószárnny. A rotor zajfrekvenciája a rotorlapátok fordulatszámának és darabszámának a szorzata. Egy négylapátos főrotor esetén az elsődleges frekvencia általában 20-40 Hz. A fő- és a farokrotor frekvenciáinak aránya típus-specifikus, és lehetővé teszi a helikopter azonosítását. A zaj sajátossága, hogy a látótávolságon található akadályok mögött is terjed. A páratlan forgószárnnyelapát-szám biztosítja a legjobb zajcsökkentési potenciált.
<b>Radarke-resztmet-zet (RCS)</b>	A törzs RCS (Radar Cross Section) átlaga néhány négyzetméter mind a statikus, mind a forgó felvillanás szempontjából. A forgószárnny felvillanásának időtartama 0,25–0,5 ms. Lásd a 1. számú ábrát.
<b>Elektro-mágneses kisugárzás</b>	Radarok, kommunikációs rádiók, IFF rendszerek, akadályra figyelmeztető rendszerek és más fedélzeti adók észlelhető és azonosítható jeleket bocsátanak ki.

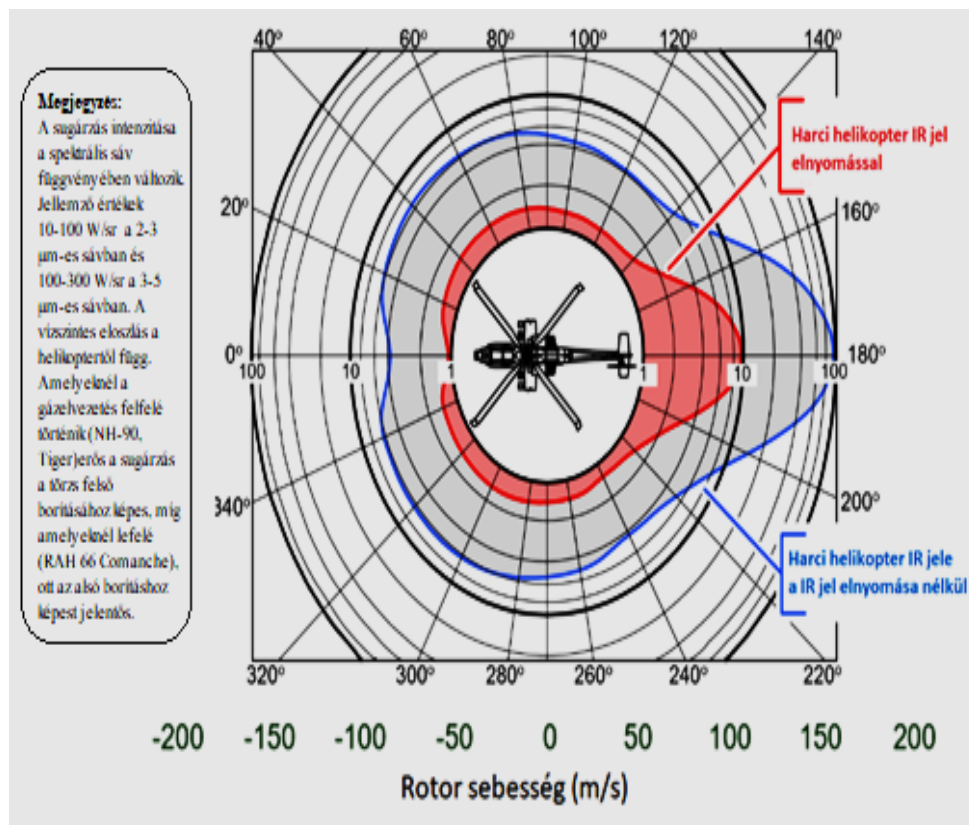
A helikopter radarjel visszaverődésének tipikus Doppler-frekvencia eloszlását a 2. számú ábra, az IR sugárzási intenzitás vízszintes sík-bani eloszlását a 3. számú ábra mutatja.



2. számú ábra. A helikopterről visszaverődő radarhullámok általános spektrális diagramja<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Misiurewicz, J., et al.: Analysis of Recorded Helicopter Echo, Proceedings of the IEE 97 Radar Conference, 14-16 October 1997, pp. 449-453 (IEE Publication No. 449)

Az IR azonosító jellemzők csökkentésének hatásait mutatja a 3. számú ábra egy tetszőleges spektrális sávban.



3. számú ábra. Általános poláris diagram (a sugárzási intenzitás W/szteradiánban<sup>6</sup>)

A helikopterek hatékony alkalmazása érdekében az 1. táblázatban felsorolt főbb azonosító jellemzőket különböző módszerekkel célszerű csökkenteni. Ezek közül a leggyakrabban használtakat a 2. táblázat foglalja össze.

<sup>6</sup> Schmieder, D.E., Walker, G.W.: Camouflage, Suppression, and Screening Systems, Ch. Accetta, J.S., Shumaker, D.L. (eds.): The Infrared and Electro-Optical Systems Handbook, Vol. 7 (Countermeasure Systems), Environmental Research Institute of Michigan, SPIE Optical Engineering Press, 1993

## A FŐBB AZONOSÍTÓ JELLEMZŐK CSÖKKENTÉSE

2. számú táblázat<sup>7</sup>

A főbb azonosító jellemzők csökkentése	
Azonosító jellemzők	Csökkentési módszerek
<b>Vizuális</b>	A helikopter méretének csökkentése, különös tekintettel a frontális nézetre; álcázófestés használata; törzs festése alacsony kontrasztú színekben; a napfény visszatükröződésének csökkentése minden irányból. A rotor frekvenciájának 16 Hz felé növelése; az árnyékok földön történő megjelenésének elkerülése érdekében kis magasságú repülés alkalmazása. Nagyon alacsony magasságú repülés elkerülése poros talaj felett.
<b>Infravörös</b>	Az infravörös elnyomók alkalmazása csökkenti a hőképet, amely azonban általában csak plusz tömeg árán lehetséges (pl.: a sugárzáscsökkentőkkel az AH-64 Apache hajtóművek alkatrészeinek hőmérsékletét 590 °C-ról 150 °C-ra mérséklik.) A törzs-kisugárzás és a napvisszaverődés IR kisugárzásának csökkentése speciális festékekkel. A helikopter frontális oldalának hűtése a forgószárny leáramlásával <sup>8</sup> .
<b>Akusztikus</b>	A forgószárnylapátvég kerületi sebességének csökkentése. Ez enyhíti a zajt, de a felhajtóerőt is csökkenti. További zajscsökkentő módszerek a forgószárnylapátvég alakjának áttervezése, a forgószárnylapátok számának növelése, aktív forgószárnyvezérlés, a forgószárnylapátok egyenetlen elosztása, a „FENESTRON” faroklégcsavar vagy faroklégcsavar nélküli NOTAR elrendezés, továbbá a spektrumeltolás, vagyis a zaj eltolása azokba a sávokba, ahol az emberi fül kevésbé érzékeny <sup>9</sup> .
<b>Radarvisszaverődés</b>	Teljesen kompozit forgószárnylapátok alkalmazása, FENESTRON elrendezés, főreduktor burkolása, radarhullámokat elnyelő szerkezetek és festékek alkalmazása, vezetőképes szélvédő bevonat, a törzs megfelelő geometriája, a fegyverek belső térben történő elhelyezése, impedanciaszabályozás stb. <sup>10</sup>
<b>Emissziós spektrum</b>	A helikopter észlelési valószínűségének csökkentése az emissziókibocsátás szabályozása útján; szórt spektrum; időbeli és térbeli kibocsátás szabályozása; mm-es hullámok és légköri abszorpciócs csúcsok kihasználása.

<sup>7</sup> Ball, R.E.: The Fundamentals of Aircraft Combat Survivability Analysis and Design, 2nd edition, AIAA Education Series, 2003 táblázat alapján 569-571 oldal

<sup>8</sup> Schwind, G.: Infrared Countermeasures for Helicopter Applications, The Journal of Electronic Defense, May 1991, 61-64. oldal

<sup>9</sup> Kernstock, N.C.: Slashing Through the Noise Barrier, Rotor & Wing, Aug. 1999, 26-33 oldal

<sup>10</sup> Lynch, D. jr.: Introduction to RF Stealth, SciTech Publishing Inc., 2004 7-8. pld.

### 3. A helikopter túlélőképessége

A légi járművek túlélési képességével több szakirodalom is foglalkozik, többek között a MIL-HDBK-2069, mely felosztja azt érzékenységre és sérülékenységre. Általános kiegészítésként a harctéri sérüléssel járó javítás lehetőségét használja (BDR: Battle Damage Repair), mint a túlélés harmadik összetevőjét.

Az érzékenységet a hivatkozott MIL-kiadvány annak mértékeként definiálja, hogy a rendszer mennyire nyitott egy hatékony támadásra egy vagy több eredendő gyengesége miatt.<sup>11</sup> Az érzékenységet gyakran egymást követő folyamatnak tekintik, mely a lehetőség, az elérhetőség és a felderítési képességek összessége. Ezen belül a lehetőség az ellenség tudományos, mérnöki és gazdasági képessége, mely arra irányul, hogy megtámadjon egy rendszert, továbbá szándéka, hogy ezt a képességét ki akarja és ki is tudja használni.

Az elérhetőség a hadszíntéri feltételek állapota, melyek lehetővé teszik számára, hogy ezt a képességet egy rendszer sikeres támadására használja, beleértve a hadszíntér területét és dinamikáját. A felderítés végül az ellenség célgyűjtési és feldolgozási, valamint C3 (parancs, irányítás és kommunikáció) képessége, melyek lehetőséget adnak részére egy fegyver időben történő felderítésére, azonosítására és megfelelő időben történő megtámadására egy műveleti környezetben<sup>12</sup>.

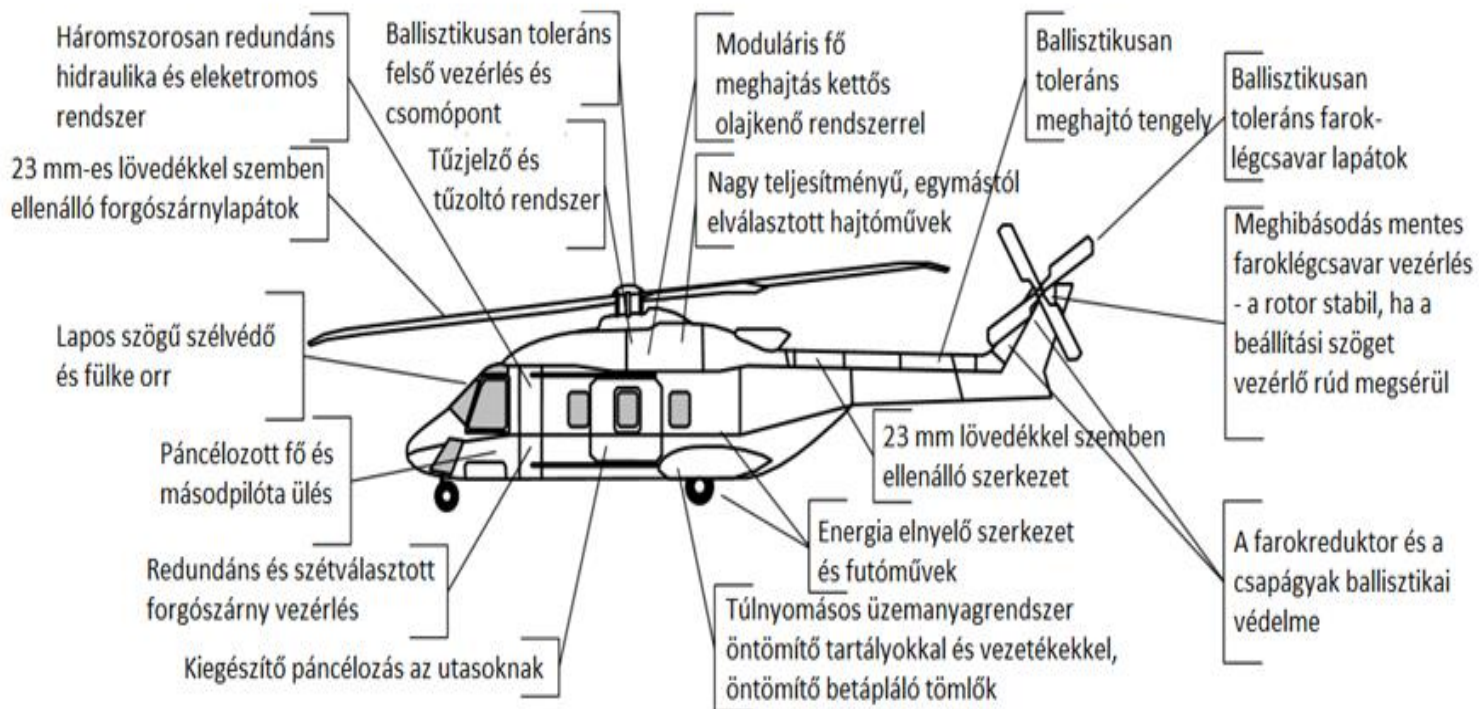
A sérülékenységgel összefüggésben a MIL-szabvány úgy fogalmaz, hogy az a rendszer azon sajátossága, melynek következtében a küldetés teljesítésének lehetősége egyértelműen romlik, mivel a fenyegetéssel terhelt környezet bizonyos szintű negatív hatást gyakorol rá. Egy platform sérülékenységének csökkentésére van szükség, ha az érzékenységet csökkentő intézkedések nem kellően hatékonyak.

A katonai helikopterek sérülékenység-csökkentésének számos lehetősége van, melyek közül néhány a 4. számú ábrán látható.

---

<sup>11</sup> MILITARY HANDBOOK AIRCRAFT SURVIVABILITY

<sup>12</sup> Electronic Warfare Test and Evaluation Process—Direction and Methodology for EW Testing, AF Manual 99-112, US Air Force, 27 March, 1995



4. számú ábra. A katonai helikopterek sérülékenységét csökkentő megoldások<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Ball, R.E.: The Fundamentals of Aircraft Combat Survivability Analysis and Design, 2nd edition, AIAA Education Series, 2003 (140,720-722 oldalak)

Végezetül a túlélőképességet a MIL-kézikönyv úgy definiálja, hogy egy rendszer - beleértve annak személyzetét is - azon tulajdonsága, hogy egy ellenséges környezetben képes elkerülni a fenyegetéseket vagy ellenállni azoknak anélkül, hogy a feladat végrehajtását ellehetetlenítő károsodást szenvedne. A túlélőképességet az érzékenység és a sebezhetőség elfogadható szintre történő csökkentésével érik el a szilárdság, a fenyegetések elkerülése, a redundancia és a helyreállíthatóság kombinációjával.

A túlélőképesség elérésének alapvető lépései „a legolcsóbb, a leghatékonyabb és a leginkább költséghatékony” sorrendben: a harcászat, a főbb azonosító jellemzők csökkentése, a figyelmeztetés, a zavarás és az álcázás, valamint a repülőgép megerősítése. Ezekből a feltételekből következik, hogy minél nagyobb a fenyegetés, annál drágábbá válnak a túlélési intézkedések, és annál bizonytalanabb a helikopter túlélése.

A helikopterek túlélőképességét alapjaiban befolyásolja a fejlett helikoptervezérlési technológia. Ennek vizsgálata során megállapították, hogy azon helikoptereknél, melyeknél a korszerű „fly by wire” elektromos jelekkel történő elsődleges kormányzási megoldást és karbantartás nélküli kezelési rendszereket alkalmaztak, az eszközök túlélőképessége 20%-kal növekedett, amely megfelel a kritikus manőverek és alacsony magasságú repülések okozta kifáradás 20%-os csökkenésének<sup>14</sup>. A helikopter túlélőképességének összefüggéseit az 5. ábra mutatja be.

Az ábrából látható, hogy a túlélőképesség szavatolásának legfontosabb eszközei a fenyegetések időbeni észlelését biztosító érzékelők, szenzorok, melyek a szükséges intézkedések megtétele érdekében aktiválják a fedélzet ellentevékenységrendszerét. Ezek legfontosabb elemeit a következő alfejezet mutatja be.

#### **4. A helikopterek ellentevékenységrendszere**

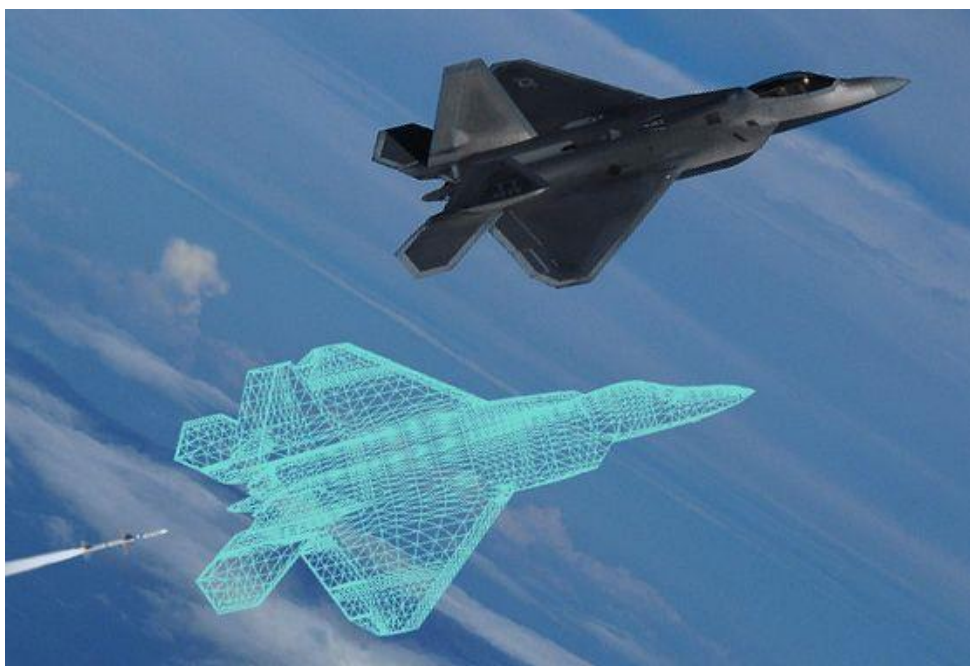
Az elektronikai hadviselési (EW) rendszer feladata a légjárművek túlélőképességének növelése és az alkalmazási hatékonyságuk javítása a komplex és ismeretlen fenyegetések észlelésével és

---

<sup>14</sup> Handcock, A., Howitt, R.: Benefits of Advanced Control Technology, Proceedings of presentations at the American Helicopter Society 56th Annual Forum, Virginia Beach, VA, 2nd – 4th May 2000, 147-154 oldal

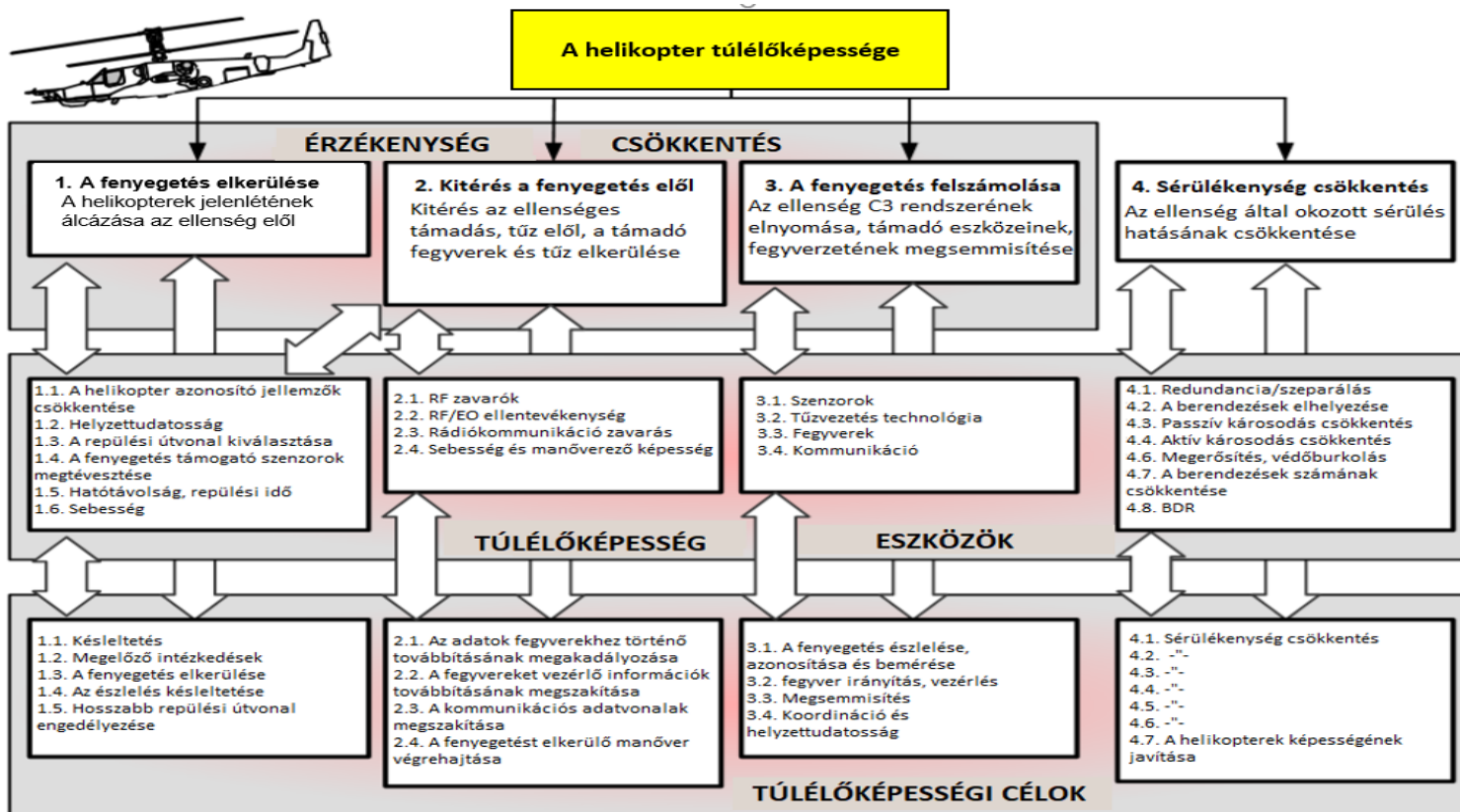
leküzdésével. Definíciójába tartozik minden olyan művelet, amely magába foglalja az elektromágneses (EM) spektrum vagy irányított energia felhasználását az ellenség megtámadására vagy az ellenség támadásainak megakadályozására, és akadálytalan hozzáférést biztosít az EM spektrumhoz. Az EW levegőből, tengerből, szárazföldről és/vagy űrből alkalmazható ember által vezetett és pilóta nélküli rendszerek segítségével folytatott tevékenység, amely megcélozhatja az embereket, a kommunikációt, a lokátorrendszereket vagy más (katonai és polgári) eszközöket.

Az elektronikai hadviselés önvédelmi eszköztára (EWSP) az elektronikai hadviselési rendszerek része, amely elsősorban légijárművekre van felszerelve, s feladata, hogy megvédje az adott repülőeszközt az ellenség különféle támadásaitól. A rendszer magába foglalja a DRFM-rendszert (Digital Radio Frequency Memory: digitális rádiófrekvenciás memória), amely a besugárzó rádiófrekvenciás jelet manipulálja, és megtévesztő jelet sugároz vissza; a dipólrendszereket (radar irányítású rakéták ellen), valamint az infravörös önirányítású rakéták elleni intézkedéseket (infracsapdák és az infravörös ellenintézkedések alkalmazásának egyéb fajtáit).



5. számú ábra. Példa a megtévesztésre: a besugárzott repülőgép valódi pozíciója és a megtévesztés hatására mit lát a besugárzó fél (Forrás: [DRFM Technology & Solutions | Mercury Systems \(mrcy.com\)](https://www.mrcy.com))





6. számú ábra. A helikopter túlélőképességének mechanizmusa<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Johnny Heikell ELECTRONIC WARFARE SELF-PROTECTION OF BATTLEFIELD HELICOPTERS: A HOLISTIC VIEW Helsinki University of Technology FINLAND Otamedia Oy Espoo 2005 13. ábra lapján

Korunk háborús konfliktusaiban a modern harci helikopterek csak abban az esetben tudnak hatékonyan tevékenykedni és a kitűzött feladatot eredményesen végrehajtani, ha azokat felszerelték korszerű, komplex védelmet biztosító elektronikai ellentevékenységszisztemmel, melynek a következő általános kritériumoknak kell megfelelnie:

- az elektronikus ellentevékenységeket optimálisan, időben, térben és gyakoriságban, valamint a fenyegetési rendszerre maximális ráhatással kell végrehajtani;
- az ellentevékenységek nem veszélyeztethetik a helikoptert vagy annak személyzetét, sem a baráti erőket, sem a polgári tulajdönt.

Ezek a kritériumok általánosak, és minden platformra vonatkoznak.

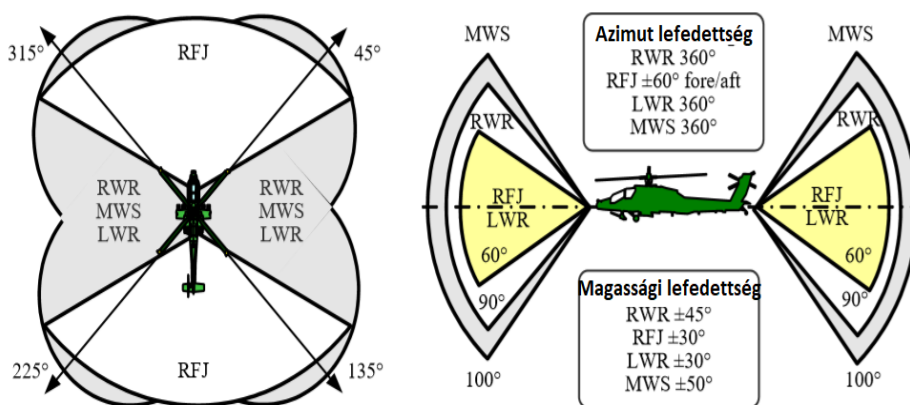
Mivel a harcihelikopterek alkalmazási sajátossága, hogy feladatukat az ellenség területe felett, elsősorban alacsony, földközeli magasságon teljesítik, ezért a forgószárnyas repülőgépekre és személyzetükre legnagyobb veszélyt a rövid hatótávolságú föld-levegő rakéták jelentik. Tekintettel a rakéták rendkívül rövid repülési idejére – különösen a kis magasságon repülő helikopterek ellen alkalmazva –, mely az indítástól a becsapódásig csupán néhány másodperc, az ellenük tett intézkedésekre is nagyon korlátozott idő áll rendelkezésre, mely időtartam alatt (lásd 1. ábra):

- érzékelni kell az indításukat;
- azonosítani kell a fenyegetés típusát;
- megfelelő ellenintézkedéseket kell tenni a vezérlőegységük megzavarására vagy használatuk alkalmatlanná tételére.

Az előzőekből következik, hogy a sikeres ellenintézkedés első lépése a rakétaindítást érzékelő rendszer, melyet vagy a rakéta közeledésére figyelmeztető rendszerként, melynek angol rövidítése MAWS (Missile Approaching Warning System) vagy a rakétaindításra figyelmeztető rendszerként, angolul Missile Warning System (MWS) definiálnak. Ezek a rendszerek észlelik a rakéták indítását, majd azonosítják a fenyegetést, figyelmeztetik a pilótát a támadásra, s jellemzően automatikusan elindítják a megfelelő ellenintézkedéseket a rakéták megzavarására. A korábbi elemzések azt igazolják, hogy a harcihelikopterek figyelmeztető rendszereinek elegendő, időben történő, pontos és prioritást élvező információt kell szolgáltatniuk a releváns fenyegetésekről azért, hogy támogathassák a további ellenintézkedéseket. Az

általánosítás szintjén a kritériumok bármely platform esetében alkalmazandók. Maguk a kritériumok azonban kizárólag iránymutatásként szolgálnak, és idealizáltak. A gyakorlati megoldások megítéléséhez általában konkrét helyzetelemzésre van szükség.

A fenyegetéseket elsősorban a helikopter fedélzetén elhelyezett szenzorok érzékelik, melyek szerkezeti kialakítása az adott fenyegetésre (RF, lézer, IR) jellemző paraméterek mérésén alapul. A 7. ábra egy Apache-64 helikopter figyelmeztetőrendszereinek és az RF-zavaróknak a tipikus térbeli elhelyezését és a szenzorok által lefedett légteret mutatja.



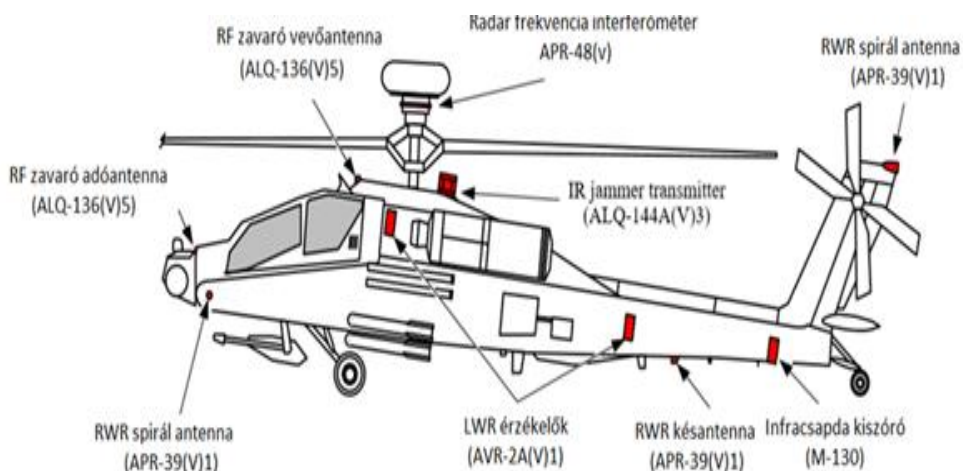
7. számú ábra. Az Apache-64 harci helikopter önvédelmi rendszer szenzorjainak lehetséges alkalmazása és területi lefedettsége<sup>16</sup>

**Jelmagyarázat:**

- LWR = lézerbesugárzásra figyelmeztető vevő,
- MWS = rakétaindításra figyelmeztető rendszer,
- RFJ = RF-zavaró,
- RWR = radarbesugárzásra figyelmeztető vevő.

A 7. ábra alapján a legfontosabbak a lézerbesugárzásra, a rakéta-indításra és a lokátorbesugárzásra figyelmeztető rendszerek, melyek érzékelőknek elhelyezését az AH-64 Apache Longbow helikopter sárkányszerkezetén a 8. ábra mutatja.

<sup>16</sup> Oeh, G.R.: ASPIS Integrated EW Suite for Helicopter Self Protection, Proceedings of the SMI Military Helicopters 98 -conference, London, March 24-26, 1998)



8. számú ábra. A különböző szenzorok elhelyezése az AH-64 Apache Longbow helikopteren<sup>17</sup>

A szenzorok legfontosabb jellemzőit a következő alfejezetek tárgyalják.

## a) Szenzorok

### 3.a.1. Radarbesugárzásra figyelmeztető vevők (RWR)

Az RWR-k RF környezete általában telített a saját erő, az ellenséges és a semleges adók kisugárzásától. Relatív értelemben az RWR-eknek sokkal bonyolultabb környezetben kell működniük, mint a többi figyelmeztetőrendszer elemeinek. Az RWR detektor legfontosabb részei a CVR (Crystal Video Receiver / kristály videóvevő (szélessávú vevő)) és az IFM (Instantaneous Frequency Meter / pillanatnyi frekvenciamérő). A helikopterek esetében az ellenintézkedés rendszerében hangolt vevőket használnak, melyeket napjainkban a digitális vevőkészülékek váltanak fel. Azokban az esetekben, amikor csak a legalapvetőbb RF figyelmeztetőrendszerre van szükség, a CVR vevő továbbra is megfelelő feltételezve, hogy az RF környezet nem tartalmaz erős, egyidejű jeleket. Bonyolultabb feltételek esetén az egyes vevőket a környezet sajátos követelményeinek figyelembevételével kell kiválasztani.

A veszélyek azonosítása és osztályozása napjainkban számítógéppel támogatott folyamat, bár egy tapasztalt kiértékelő még mindig

<sup>17</sup> Johnny Heikell ELECTRONIC WARFARE SELF-PROTECTION OF BATTLEFIELD HELICOPTERS: A HOLISTIC VIEW Helsinki University of Technology FINLAND Otamedia Oy Espoo 2005 112.old.

képes számos fenyegetést azonosítani a radar PRF (Pulse Repetition Frequency / impulzus ismétlődési frekvencia) és AM (Amplitude Modulation / amplitúdómoduláció) jeleinek lehallgatásával, neki a regisztrált jelek azonosításában, utólagos hitelesítésében van szerepe.

A 9. ábrán az RWR rendszer megvalósításának egy példája, a HENSOLDT vállalat Kalaetron besugárzásjelző rendszerének elemei láthatók.



Digitális mellső és hátsó szenzor    Központi jelfeldolgozó egység    Mellső és hátsó antenna

9. számú ábra. HENSOLDT Kalaetron RWR rendszer elemei  
(forrás: <https://www.hensoldt.net/>)

A rendszer legfontosabb jellemzői:

- rendkívül alacsony hamis riasztási arány;
- csak software-es frissítést igényel;
- 100%-os hozzáférés az összes rögzített adathoz;
- az ismeretlen kisugárzóktól érkező jelek rögzítése;
- ESM (Electronic Warfare Support Measures: elektronikus támogatási intézkedések) funkció;
- integrálható az AMPS (Airborne Missile Protection System: fedélzeti rakétavédelmi) rendszerhez;
- legmagasabb elfogási valószínűség;
- kiváló COMS elnyomás (Combat Systems Suppression / harci rendszerek elnyomása);
- kiemelkedő multiszcignál képesség;
- szélerőmű-visszaverődés csillapítása;

- adaptív szűrés HPRR sugárázóhoz (High Pulse Repetition Rate vagy HPRF - High Pulse Repetition Frequency / magas impulzusismétlődésű);
- HENSOLDT mesterséges intelligencia alkalmazása,
- Skálázható moduláris rendszer:
  - RWR-S (2-18 GHz);
  - RWR-M (2-40 GHz);
  - RWR-L (2-40 GHz);
  - Opcionálisan: 0,5-40 GHz és 360°-os lefedés.

### **3.a.2. Lézerbesugárzásra figyelmeztető vevők (LWR)**

Annak valószínűsége, hogy a helikopter elkerüljön egy lézersugárral vezérelt rakétafenyegetést azt követően, hogy a helikopterre már tüzet nyitottak, alacsony. Ez még akkor is igaz, amikor a helikopter LRF (Laser Range Finder/lézer távmérője) előzetes figyelmeztetést ad, mivel az indítószervezetből kilőtt rakéta csak néhány másodpercet repül a becsapódásig. Ezért az LWR értéke a hagyományos önvédelmi képesség értelmében korlátozott. A helyzet kedvezőbb lehet, ha egy tűzérzési tűzvezető alegység folytat támadást a helikopter ellen, és végzi az LRF mérést, mivel ebben az esetben van egy-két perc tartalékidő az ellentevékenységre a helikopter számára a tűz megnyitásaig. Az LWR további hasznossága abban rejlik, ha az ellentevékenység-rendszer képes a több forrásból származó adatok korrelálására, akkor a fenyegetések bizonytalansága csökken.

Egy lézervezérlésű rakéta ellen a helikopter személyzete nem igazán rendelkezik megfelelő eszközzel, egyedül egy éles kitérő manőver alkalmazása lehet az elméleti megoldás, mely a rakétát repülési pályájának utolsó szakaszán egy nagy túlterhelésű manőverre kényszeríti.

A lézersugaras céljelölők elleni hatékony ellenintézkedési rendszer elveit már a 2004-es években szabadalmaztatták<sup>18</sup> az USA-ban, mely szerint egy ilyen rendszer jellemzően a következőket tartalmazza:

- egy aeroszolos rezonanciaelnyelő anyagot, melynek lézerenergiát elnyelő és csillapító tulajdonságai vannak;

---

<sup>18</sup> 3,992,628

- egy eszközt, mely az aeroszolos anyagot a lézerforrás és a cél közötti, illetve a cél és a róla visszaverődő lézerenergiát vevő eszköz keresője közötti térbe juttatja (felhőt alkot);
- ez az aeroszolos elnyelő anyag, amikor a lézersugár útjába van kihelyezve, a lézersugár elnyelésével és csillapításával jelentősen csökkenti annak energiáját. Az aeroszolos anyag az elnyelt lézerenergiát azután szétsugározza, de ez már nem egyezik az eredeti lézersugár tulajdonságaival (frekvencia, fázis);
- az aeroszolos anyag csökkenti a céltől visszaverődő energia intenzitását is, mivel a visszavert jelnek is át kell haladnia az abszorbeáló aeroszolos felhőn.

Nyilvánvaló, hogy egy ilyen megoldás alkalmazása a nagy sebességgel repülő helikopterek esetében napjainkban nem igazán kivitelezhető, ezért egy lézervezérlésű rakéta ellen a helikopter személyzete nem rendelkezik megfelelő eszközzel, egyedül egy éles manőver alkalmazása lehet az elméleti megoldás, mely a rakétát repülési pályájának utolsó szakaszán egy nagy túlterhelésű manőverre kényszeríti. A gyakorlatban a rakéták néhány másodperces repülési ideje, a személyzetnek a figyelmeztető jelzés észlelésétől és a repülési pálya módosításáról szóló elhatározásának meghozataláig eltelt reakcióideje, a helikopter késedelmes reagálása a botkormány kitérítésére, összességében megkérdőjelezi a kitérő manőver eredményességét.



10. számú ábra. Goodrich AN/AVR-2A rendszerének berendezései  
(forrás: <http://www.goodrich.com>)

A lézervezérlésű rakéták szükséges időben történő érzékelésével számos repülőipari vállalat foglalkozik. Erre egy példa a Goodrich

AN/AVR-2A (9. ábra) lézerbesugárzásra figyelmeztető rendszere. Az AN/AVR-2A (V) észleli, sorrendbe rangsorolja és jellemzi a célmegjelölőt, a távolságmérőt és az irányított sugárnyaláb-fenyegetéseket. Tisztán hallható és a kijelzőn vizuálisan is megjelenő figyelmeztetéseket ad a célzásról, a fenyegetések sorrendjéről és irányáról. A rendszer által a pilóta számára szolgáltatott legfontosabb információ, hogy azonnali kitérő intézkedéseket kell fogantatnia.

A rendszer legfontosabb jellemzői:

- audió és vizuális figyelmeztetés;
- a fenyegetés irányának meghatározása;
- a fenyegetés súlyosság szerinti besorolása;
- 360°-os lefedés;
- a lézer típusának meghatározása;
- alacsony hibaszázalék;
- minden időjárási viszonyok közötti alkalmazhatóság;
- nagy megbízhatóság;
- egy újraprogramozható és kivehető alkalmazói modult is tartalmaz;
- beépített optikai és elektronikai önellenőrző rendszer.

### **3.a.3. Rakétaindításra figyelmeztető rendszerek (MAWS, MWS)**

A rakétaindításra/közeledésére figyelmeztető rendszer (MAWS: Missile Approach Warning System) a katonai repülőgépek elektronikai ellentévékenység csomagjának része, melyben egy szenzorcsoport észleli a támadó rakéták indítását, s egyidejűleg figyelmezteti a pilótát, hogy hajtson végre kitérő manővert és alkalmazza a rendelkezésére álló ellenintézkedéseket a rakéták megzavarására. A repülőgépek IR vezérlésű rakétákkal szembeni hatékony védelme jellemzően a rakéták megbízható észlelésétől, a figyelmeztetéstől és a hatékony ECM alkalmazásától függ.

A fejlett rakétaindításra figyelmeztető rendszerek globális piaca – a rendszer működési elve szerint – az impulzus Doppler elven, az infravörös (IR) és ultrabolya (UV) sávban működő érzékelő típusokra tagozódik.



A következő alfejezet a különböző érzékelési alapon működő szenzorokat, illetve egy kész gyakorlati megoldáson keresztül a lehetséges megvalósítást mutatja be.

### **a) Doppler radarok**

Jellemzően az L-sávban (15-30 cm hullámhosszon) működnek, hogy elkerüljék az ESM (Electronic Support Measures - Elektronikai Ellentevékenységet Támogató Rendszerek) / RWR rendszerekkel való interferenciát, melyek csak 2 GHz felett működnek.

Előnyük a nagy hatótávolság, a minden időjárási viszonyok közötti alkalmazhatóság, a szabályozható riasztási arány, s hogy független a rakéta égéstermékének kibocsátásától, valamint információt biztosít a rakéta repülési idejéről és repülési pályájáról.

Hátránya, hogy alacsony tengerszint feletti magasságon érzékeny a földzavarra, a helikopterek rotorlapátjai rontják az érzékenységet, antennájának viszonylag nagy a helyigénye, s mivel a modern harcászati rakéták RCS-je (radarkeresztmetszete) folyamatosan csökken, a radarral történő érzékelésük egyre nehezebb.

A működési elve lehetővé teszi a közeledő rakéták távolságának és sebességének a mérését. Ezért képes meghatározni a becsapódás várható idejét (TTI), optimalizálhatja az ellenintézkedés (dipól) adagolásának időzítését, s kevésbé érzékeny az időjárási viszonyokra.

A 10. ábrán az izraeli IAI vállalat ELM-2160 rendszere látható, melynek a legfontosabb jellemzői:

- közel 100% -os valószínűségű detektálás;
- rendkívül alacsony téves riasztás;
- pontos távolság- és sebességmérés (a becsapódási idő pontos meghatározása).

A rendszer főbb elemei:

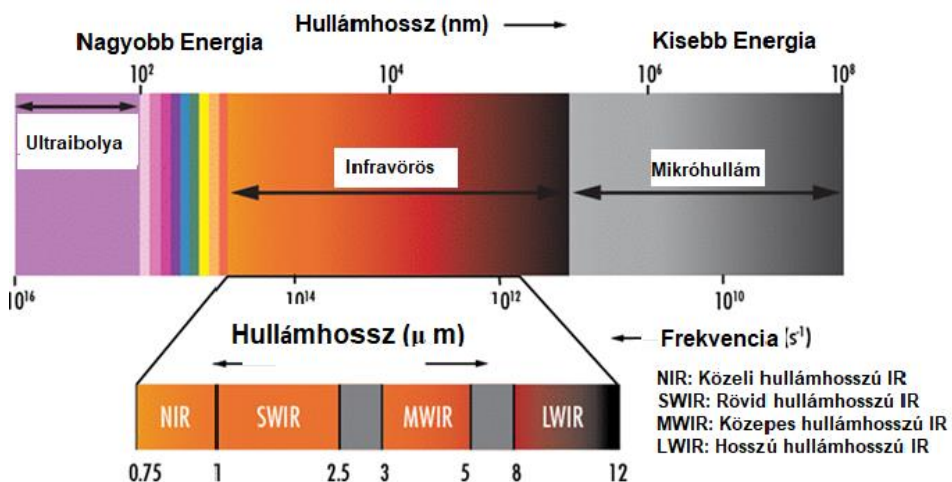
- jelfeldolgozó egység;
- vezérlő- és kijelzőegység (CDU: Control Display Unit) - az érkező rakéta irányának hang és vizuális megjelenítése;
- hat antenna a repülőgép külső borításán.



11. számú ábra. Az IAI ELM-2160 típusú minden időjárás körülmények között hatékony rakéta közeledésre figyelmeztető impulzus-Doppler elven működő rendszere (forrás: <https://www.iai.co.il/>)

### b) Elektro-optikai (EO) érzékelés

Az elektro-optikai vagy EO rendszerek az elektronika és az optika kombinációját használják az optikai spektrum sugárzásának előállítására, detektálására és mérésére. Az optikai spektrum az elektromágneses spektrum azon része, amelynek hullámhossza körülbelül 0,01-1.000 mikrométer, s magába foglalja az infravörös sugárzást, a látható fényt és az ultraibolya sugárzást. Az elektro-optikai érzékelés spektrumtartományát a 12. ábra szemlélteti.



12. számú ábra. Az elektromágneses spektrum (forrás: wikipedia)

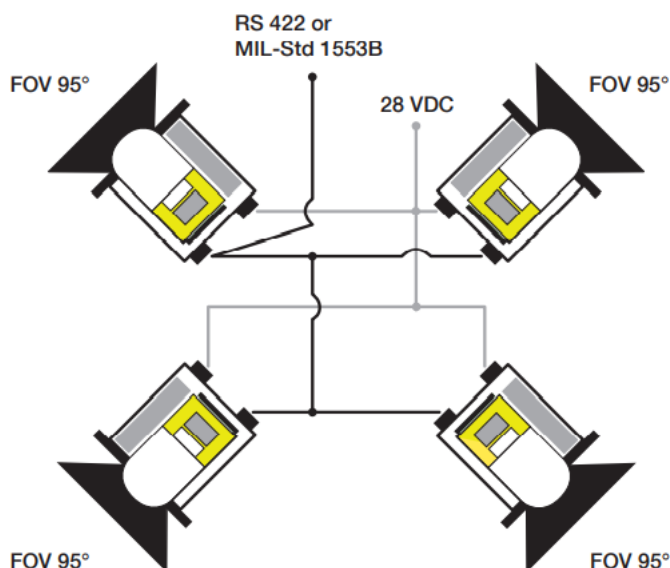
Napjainkban a helikopterekre legnagyobb veszélyt jelentő MAN-PAD-ek felderítésére elsősorban elektro-optikai szenzorokat használnak. Ezek érzékelik a rakétahajtóműből kiáramló gázok ultraibolya és infravörös sugárzását, melyek a legfontosabb jellemzői a kilőtt rakétának. Mivel a rakéták felderítése a hajtóművek működésekor kiáramló gázok paramétereinek a mérésén alapul (infravörös, ultraibolya kisugárzás, elektronsűrűség, füst, gőz), ezért az észlelés vagy követés lehetőségének minimalizálása érdekében a rakétatervezők legfontosabb törekvése a gázokat jellemző paraméterek értékeinek csökkentése. A rakétahajtóműből kiáramló gázok hőmérséklete a felderítést befolyásoló egyik alapvető paraméter. Ez csökkenthető, ha alacsonyabb égési hőmérsékletű hajtóanyag-kombinációt vagy keverékarányt használnak, de ez jellemzően alacsonyabb hajtómű-teljesítménnyel jár együtt. A füst csökkentésének másik lehetséges módja, hogy csökkentett füsttartalmú vagy minimális füsttel égő szilárd hajtóanyagot alkalmaznak.

### ***c) Az ultraibolya hullámhossz-tartományban működő MWS-ek***

A repülőgépek korábbi nemzedékein jellemzően az ultraibolya hullámhossz-tartományban működő rakéta indítására figyelmeztető érzékelőket alkalmaztak. Az érzékelők észlelési hatótávolsága elsősorban a rövid hatótávolságú, vállról indítható, föld-levegő rakéták felderítésére volt elegendő, melyek indítási hatótávolsága általában 3-5 km volt. A korábbi generációs rakéták esetében ezt a teljesítményt olyan hajtóművel érték el, melynek a kiáramló gázai erős fényt bocsájtottak ki az égés folyamán. Az UV szenzor a rakéta füstjét érzékelte a 0,2–0,3  $\mu\text{m}$  tartományban. Mivel minimális a háttérzavar, ezért alacsonyabb a jelfeldolgozás iránti igény, s ezáltal csökken a rendszer bonyolultsága. Nincs szükség külön hűtésre, a technológia jól kiforrott, s így alacsonyabb a rendszer költsége is.

Hátránya viszont, hogy nem érzékeli a rakéta kiégett üzemanyagát, detektálási tartománya az ózoncsökkentés miatt korlátozott, s érzékeny az ember által okozott UV-zavarra. Sajátos követelmény a rendszerrel szemben egy éles levágású szűrő alkalmazása 0,29  $\mu\text{m}$ -es tartományban. Ugyancsak negatívan befolyásolja alkalmazási hatékonyságukat, hogy a modern rakéták fejlesztésénél új hajtóanyagokat használnak, amelyek alacsony fényintenzitással égnek. Az ilyen jeleket az ultraibolya sugárzás mérésén alapuló érzékelők sokkal rövidebb intervallumban észlelik, amely kisebb, a beavatkozásra rendelkezésre álló reakcióidőt is jelent. A hátrányok ellenére napjainkban is folyik UV alapú MWS-ek fejlesztése és a repülőgépek fedélzetére történő beépítése.

A piacon több gyártó rendszere is elérhető, melyek közül a Hensoldt MILDS AN/AAR-60 MWS az egyik legmodernebb, mely egy passzív, a sugárzási jel észlelésére optimalizált valódi képérzékelő eszköz az UV spektrális sávban. Nagy térbeli felbontása az időbeli jelfeldolgozással kombinálva igen magas felderítési arányt tesz lehetővé, miközben gyakorlatilag kiküszöböli a hamis riasztásokat. A MILDS négy-hat saját, kényszerhűtés nélküli érzékelőből áll, melyek nagy felbontást és nagy érzékenységet biztosítanak. Miután minden érzékelő teljesen feldolgozott jeleket szolgáltat, nincs szükség központi feldolgozó egységre. A MILDS AN/AAR-60<sup>19</sup> észleli a bejövő rakétafenyegetéseket, és minimális időkésleltetéssel jelzi az érkezési irányt is.



13. számú ábra. MILDS AN/AAR-60  
(forrás: <https://www.hensoldt.net/>)

#### **d) Az infravörös tartományban működő MAWS-ek**

Az infravörös érzékelők az UV alapú szenzorokkal szemben sokkal nagyobb hatótávolságon észlelik a célt, viszont azt egy összetett háttérben kell azonosítaniuk. Ez utóbbi sokkal nagyobb téves riasztási arányhoz vezet, amely korábban megakadályozta az infravörös érzékelők széleskörű alkalmazását a rakétaindításra figyelmeztető rendszerekben. Később a hamis riasztások számának csökkentését úgy

<sup>19</sup> [https://www.hensoldt.net/fileadmin/HENSOLDT\\_2019/Products/Optronics/Airborne\\_Optronics/0631\\_17\\_MILDS\\_AN\\_AAR-60\\_datasheet\\_E\\_intranet.pdf](https://www.hensoldt.net/fileadmin/HENSOLDT_2019/Products/Optronics/Airborne_Optronics/0631_17_MILDS_AN_AAR-60_datasheet_E_intranet.pdf)

oldották meg, hogy szétválasztották a rakétahajtómű által kibocsájtott gázok és a háttér spektrumait, amely azon környezeti zavarások kizárására optimalizált, melyek nem jelentenek fenyegetést. A két különböző hullámhosszúságú sáv körültekintő szétválasztásával maximálhatóvá vált a rakétagázok és a háttér közötti kontraszt. A két sáv kombinációja a középhullámhosszú infravörös tartomány (MWIR: Midwave Infra Red 3-5  $\mu\text{m}$ -es sáv) mechanikus szkennelésével vagy FPA-val (Focal Plane Array<sup>20</sup>) történik, amely nagyobb észlelési tartományt eredményez, s ez a rakéta-hajtóanyagok széles skálájára igaz. Ehhez viszont több színes detektor használatára, nagy számítási teljesítményre van szükség, amely jelentős költségnövelő tényező. További előnye, hogy nem csak a rakétahajtóműből kiáramló gázokat érzékeli, hanem a rakéta hajtóművének forró alkatrészeit is, beleértve a kiégett üzemanyag-részecskéket is. Ezen kívül alacsonyabb a légkörtől származó csillapítása, és képes a célokat nagy szögek szerint is elkülöníteni.

Tovább bonyolítják az IR alapú rendszert az optikai, az érzékenységi és a rendkívül magas pixelsebességi követelmények, amelyek nagy sebességű számítástechnikai és hűtőrendszerek használatát követelik meg, amelyek negatívan befolyásolják a költségeket és a megbízhatóságot. Azonban mindez végső soron azt jelenti, hogy a rakétát nagyobb távolságon képes a figyelmeztetőrendszer felderíteni, s következőképpen több idő marad az ellentevékenységre, illetve a repülőgépezető részére a kitérő manőver végrehajtására.

Az UV alapú szenzorokhoz hasonlóan az ipar nagy típusválasztékban gyárt IR alapon működő MAWS-eket. A rendszer általános felépítésének megismerése érdekében nézzük meg a Leonardo cég MAIR<sup>21</sup> (Multiple Aperture InfraRed) rendszerét, mely több infravörös szenzorral képes lefedni a repülőgép körüli 360°-os teret. A MAIR azonnali figyelmeztetést és magas észlelési valószínűséget, továbbá nagyon alacsony hamis riasztási arányt biztosít egy erősen rendezetlen környezetben. Az IR technológia lehetővé teszi a fenyegetések észlelését már a nagyon korai szakaszban, így hosszabb időtartamot biztosít az ellentevékenységre. A MAIR lehetővé teszi a rakéta pályájának követését annak minden szakaszában, és a korai rakétaindítási figyelmeztetés mellett videófunkciókat is nyújt a teljes körkörös helyzetudatosság érdekében.

---

<sup>20</sup> Az FPA leírása a II. részben található

<sup>21</sup> Leonard Electronics Division MAIR Multiple Aperture Infrared Missile Warning System TECHNICAL SPECIFICATIONS 2019 prospektus alapján

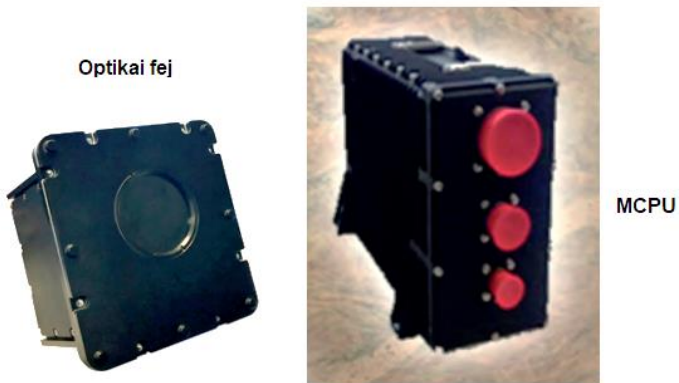
A MAIR egy interfészen keresztül kapcsolódik az ellentevékenységrendszerekhez (DIRCM, infracsapdák). A MAIR bármilyen platformhoz adaptálható rendszer, és legalább 5 összekapcsolt optikai fejből áll a helikopter körüli 360°-os azimut és 270°-os magassági lefedés érdekében. Egy további 6. optikai fej teszi teljessé a komplett gömblefedést. Alapkonfigurációjában az összes jelfeldolgozás és a kommunikáció a fejek jelfeldolgozó elektronikai rendszerén fut. Fejlettebb kialakításban a MAIR Központi Jelfeldolgozó Egysége (MCPU: MAIR Central Processing Unit) látja el a továbbfejlesztett videofunkciókhoz, az adatok külső érzékelőkkel történő egyesítéséhez és a teljes küldetés rögzítéséhez szükséges képességet. A nappali-éjszakai körkörös látás egyidejűleg és függetlenül biztosítható a repülőgépfülke kijelzőjén és a repülőgépvezető sisakján is. A rendszer nyitott architektúrája lehetővé teszi a technológiai trendnek megfelelő jövőbeli fejlesztést.

### ***Főbb jellemzők:***

- Rakétariasztás:  
A MAIR riasztás teljesen passzívan működik a termikus IR sávban. Gyors frissítési idejének és fejlett hamis riasztási rendszerének köszönhetően nagy valószínűséggel biztosítja a rakétaindítás korai észlelését. Az infravörös kép felhasználásával folyamatosan képes a közeledő rakéta útvonalának frissítésére.
- Nappali és éjszakai körkörös látás:  
Minden optikai fej videókimenettel rendelkezik, melyektől az IR kép a pilóták sisakkijelzőire vagy a pilótafülke kijelzőire van vezetve, hogy a személyzet rendelkezzen a műveleti helyzetről szóló információkkal, s így megfelelő harcászati helyzet tudattal.

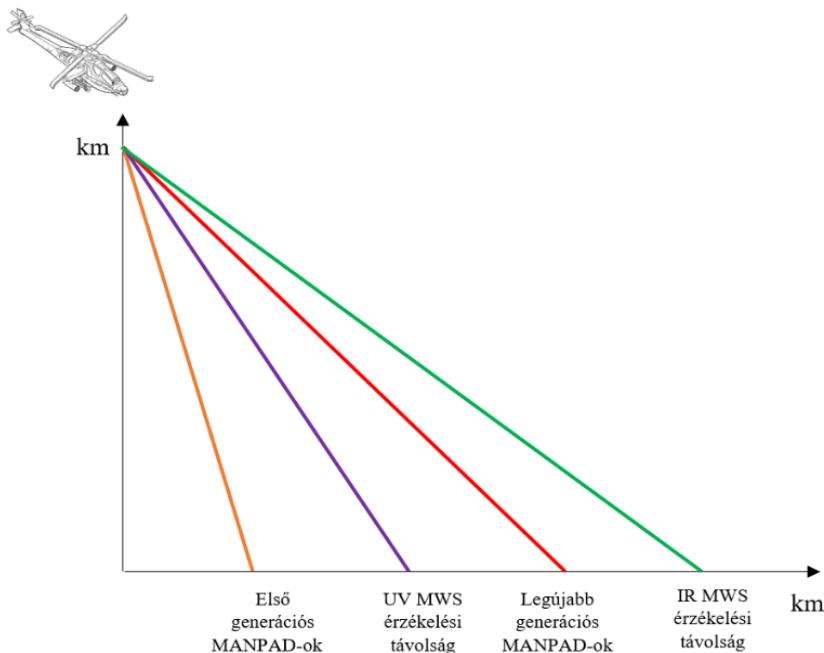
### ***Technikai paraméterei:***

- hullámsáv: IR tartomány;
- térbeli lefedettség oldal- és helyszögben (5 fejjel): 360°x270°;
- térbeli lefedettség oldal- és helyszögben (6 fejjel): 360°x360°;
- méret: <120 mm x108 mm x107 mm;
- tömeg: <2 kg/fej;
- működési hőmérséklet: -40 °C-tól +71 °C;
- MTBF (Mean Time Between Failures - meghibásodások közt átlagosan eltelt idő): 10 000 repült óra (per fej);
- adatbusz: MIL-STD-1553-B, G-Ethernet.



14. számú ábra. A Leonardo cég MAIR berendezése  
(forrás: <https://www.leonardocompany.com/>)

Az előzőekben ismertetésre kerültek az UV és IR rendszerek előnyei, hátrányai, azonban érdemes összehasonlítani az alkalmazási hatékonyságukat.



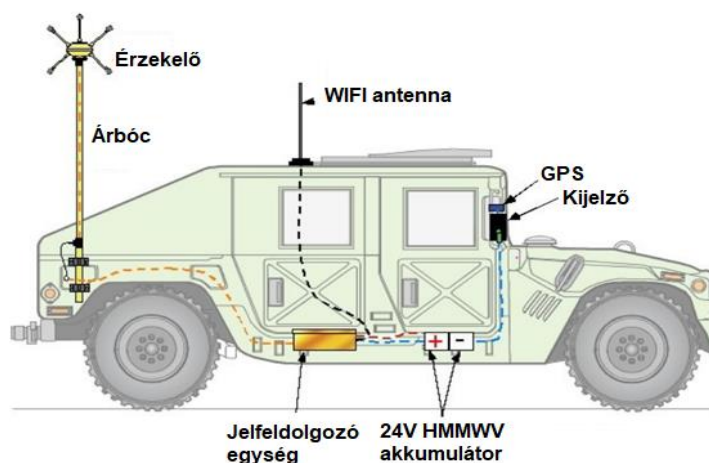
15.számú ábra. Az UV és IR elven működő MWS hatékonyságának összehasonlítása

Az ábra alapján megállapítható, hogy az új generációs MANPAD-ek ellen az UV érzékelés alapján működő MWS-ek nem kellően hatékonyak.

### 3.d.1. Az ellenséges lövedékeket vagy rakétákat jelző érzékelők

A katonai helikoptereknek nagyon sokrétű elektronikus ellenintézkedési rendszerük van a föld-levegő rakéták felderítésére és az azok elleni védelemre, melyek megzavarják vagy megtévesztik az irányított rakéták célkeresőfejét. A teljes védelemhez azonban elengedhetetlen a kézfegyverek, a közvetlen irányzékú rakéták vagy az RPG típusú gránátok elleni védelem is. Erre a célra egyrészt mechanikai védelmet alkalmaznak (pl. a fülke páncélozása), másrészt egy új akusztikus érzékelésen alapuló személyzetet figyelmeztető rendszert, mely riasztja a helikopter személyzetét egy földről jövő támadás esetén. A rendszer működési elve, hogy érzékeli a nagy sebességgel mozgó lövedék vagy gránát sajátos akusztikus jelét, meghatározza a tüzelő személy helyzetét és figyelmezteti a pilótát a támadásra, s pontosan meghatározza annak eredetét.

Az akusztikus érzékelők elve nem új keletű, a kézfegyverek tüzének felderítésére már a 2000-es évek eleje óta alkalmazzák a földi eszközökön. Ennek egyik példája a BBN Technologies Boomerang lövészfelderítő rendszere, melyet tömegesen építettek fel az amerikai katonai járművekre, és kiterjedten alkalmazták azokat Irakban és Afganisztánban. A Boomerang kompakt mikrofonrendszerrel érzékeli a kézfegyverek tüzének szuperszonikus lökéshullámát, s azonnali információt szolgáltat az ellenséges lövész helyzetéről, továbbá akusztikus és vizuális jeleket ad a tűz irányáról (15. ábra).



16.számú ábra. A Boomerang rendszer elemeinek elhelyezése egy HMMWV járművön<sup>22</sup>

<sup>22</sup> Boomerang II Operator's Manual OM BM000 Revision C September 2005



Az ellenséges támadást érzékelő rendszer kifejlesztése a gyorsan mozgó helikopterekhez azonban nagyon összetett probléma. Harci alkalmazásuk során ezek a forgószárnyas repülőgépek jellemzően földközeli magasságon repülnek vagy kis magasságban függenek, ezért különösen hatékonyan támadhatók kézfegyverekkel, illetve gránátvetőkkel. A kézfegyverekből indított támadást a helikoptersárkány alsó felületére épített mikrofonokkal érzékelik (érezkelhetik), melyek a közelgő lövedékek lökeshullámát, és a nyomásváltozást elektromos jellé alakítják. Ezt az érzékelést azonban bonyolítja a helikopter hajtóművétől, a forgószárnylapátoktól és reduktoroktól származó zaj és rezgés. Ezért a forgószárnyas technika esetében a lövedékeket vagy rakétákat jelző rendszer úgy működik, hogy nem csak összegyűjti a környezet akusztikus adatait, hanem a feldolgozás során kiszűri azokból a helikopter berendezései által gerjesztett zajfrekvenciákat, valamint kiegészíti a mért adatokat a fedélzeten található egyéb rendszerektől (például az IR szenzoroktól) származó információkkal. A rendszer hangjelzéssel, illetve a helikopterfülke műszerfalán található kijelzőn megjelenített szimbólummal figyelmezteti a személyzetet a veszélyre. Ez utóbbi megmutatja a tüzet nyitó személyek elhelyezkedését is. Maga az akusztikus rendszer könnyű, tömege kevesebb, mint 6 kg.

### **e) Ellentevékenység**

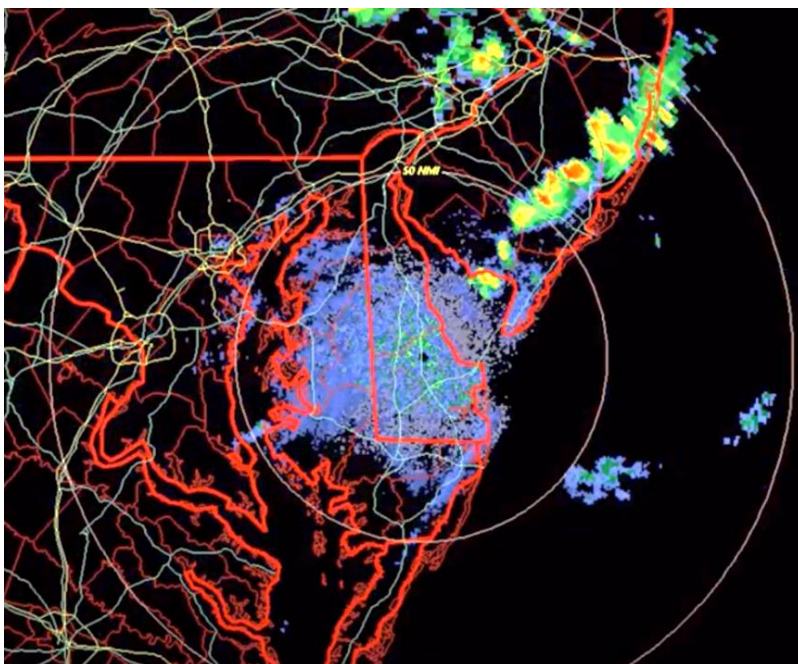
#### **3.e.1. RF ellentevékenység**

Az aktív RF elektronikus ellenintézkedések története megegyezik az EW történetével, és az alkalmazott eljárások száma mára már meghaladja a 300-at. Mivel a helikopter tömeg- és teljesítménykorlátjai általában nem teszik lehetővé, hogy a fedélzetén nagy teljesítményű RF zavarókat alkalmazzanak, ezért az RF ellentevékenység alapvető módszere a dipólkiszórás.

Maga a dipól apró szálakból áll, amelyek visszatükrözik a radarjeleket, s ha nagy mennyiségben kerülnek ki a repülőgépekből, felhőt képeznek, amely ideiglenesen elrejtja a repülőgépet a radarészlelés elől. A katonai dipóloknek korábban két fő típusa létezett: az alumíniumfólia és az alumíniummal bevont üvegszál. Az alumíniumfólia-típust már nem gyártják, bár még mindig használják.

A dipólok a repülőgépből kiszórva a levegőben minden irányban szétoszlanak, mialatt gömböt képeznek, amely elektronikus felhőként jelenik meg a radarképernyőkön (16. ábra). A helikoptert elfedi a felhő, amely összezavarja az ellenség radarját.

A gyártás során a dipólokat 0,75 és 5,0 cm közötti hosszúságra vágják. A kisebbek könnyebbek, s így viszonylag hosszú ideig maradnak a levegőben ahhoz, hogy megzavarják az ellenséges radart. Az alumíniumfólia-dipólok vastagsága 11 mikron, szélessége 150–200 mikron. Az üvegszál-dipólok átmérője általában 25,4 mikron, beleértve az alumíniumbevonatot is, amelynek vastagsága 3-15 mikron. Az új szuperfinom üvegszál-dipól átmérője viszont csak 17,8 mikron.



17. számú ábra. Radarkép a dipólok alkalmazása után. Jacksonville, Florida (forrás: <https://www.youtube.com/>)

Mindkét dipóltípus felületén tapadásgátló bevonat található, hogy megakadályozzák a szálak összetapadását vágáskor és minimalizálják az összecsomósodást kilövéskor. A bevonat a Neofat 18 típusú keverék 1%-os oldata. Az elemi dipólokat kötegelik, a kötegek mindegyikét egy vékony papírhüvelybe csomagolják.

A dipólokkal szemben több elvárás is megfogalmazható. A legfontosabb ezek közül a dipólhossz kiválasztása, mely megfelel az ellenséges radar hullámhosszának. Fontos követelmény még, hogy az adekvát felhő kialakítása érdekében a kilőtt dipólok gyorsan szétterüljenek, megfelelő sorrendben legyenek kiszórva, tartósan megmaradjanak a levegőben, s számuk megfeleljen a helikopter RCS-nek. Amennyiben a fedélzeten RF zavaróberendezés is van, akkor a dipólkilövést minden esetben össze kell hangolni az RF zavaróval. Mindezeket túl

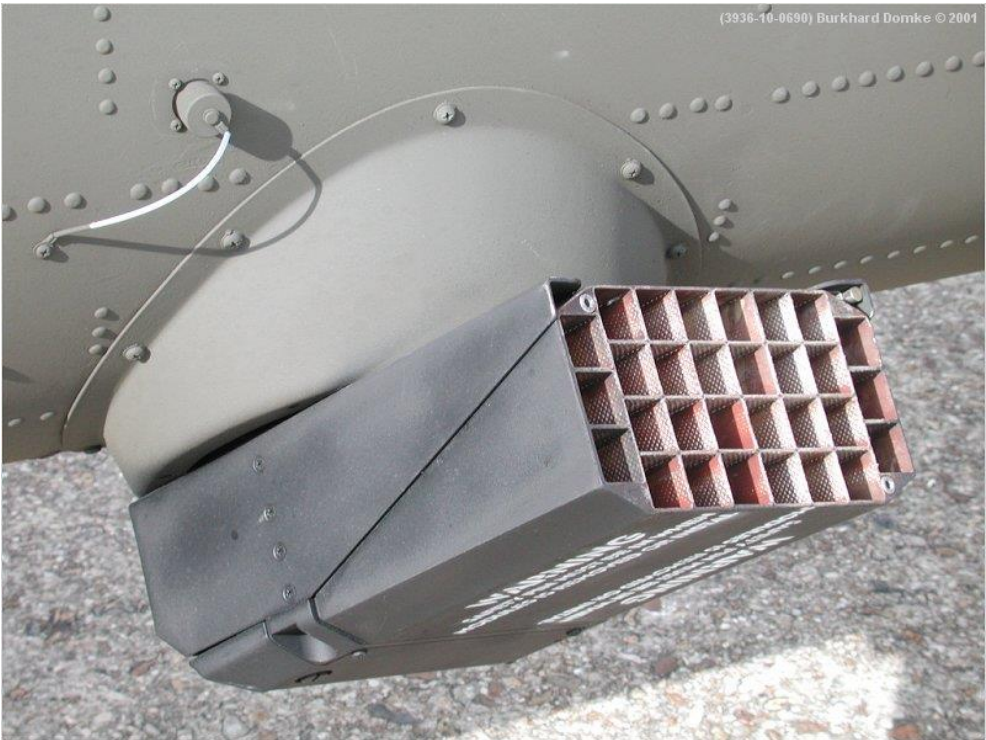
az alkalmazás során még figyelembe kell venni a helikopter sebességét és a forgószárnyak leáramlását.

A dipólok feladata, hogy egyszerre zavarják meg a radart és növeljék a földi rendezetlenséget. A modern impulzus-Doppler radarok azonban felismerik a korábbi típusú dipólokat, mert azok - a valódi célpontokkal ellentétben - nem mutatnak megfelelő Doppler-eltolást a radarfrequenciában.

Az előzőeken túl létfontosságú kérdés a dipólkiszórás módja. A kiszórás meghatározásához szem előtt kell tartani a fő- és farokrotorlapátok légáramát és a helikopter lassú – akár nulla – sebességét. Problémát jelent ugyanakkor, ha a dipól bekerül az alacsony magasságban függeszkező helikopter forgórészébe, mert akkor a dipól megvilágítja a helikoptert a radarnak. Erre született az a megoldás, hogy a dipólokat hátul a sárkány faroktartójánál adagolják a farokrotor légáramába, melynek előnye a gyors szétszóródás és a Doppler jel megnyúlása a dipólszálak légáramban történő heves mozgása miatt.

A dipólok kiszórására alkalmazott módszerek az évek során sokat fejlődtek, kezdve a repülőgép ablakaiból történő egyszerű kidobástól a rugós vagy pneumatikus berendezésekig. Jelenleg erre elsősorban pirotechnikai tölteteket használnak. A pirotechnikai kilövés forró gázokat használ, melyeket robbanó impulzuskazetta generál. A piropatronoknak biztosítaniuk kell, hogy a dipólok 98 százaléka a kilövést követően sértetlen állapotban maradjon 95 százalékos megbízhatóság mellett, továbbá meg kell őrizniük alkalmazhatóságukat a környezeti feltételek – tárolás, szállítás és üzemeltetés során előforduló – változásakor. A 18. ábrán a Tracor M130 berendezés kialakítása és elhelyezése látható.

Az Egyesült Államokban az Esterline Defense Group az egyetlen minősített dipólgyártó vállalat, melynek észak-karolinai gyára a világ legnagyobb, teljesen integrált üzege, amely magába foglalja a nyers üveg rostálását és fémezését, a dipólusok kívánt frekvenciára való vágását és betöltését, valamint a késztermék csomagolását. Az Esterline közel 500 000 kg dipólt állít elő évente, s több mint kétmillió dipólt tölt be a kazettákba. Termékei nagy megbízhatóságot, többszörös széles-sávú frekvenciavédelmet, kiváló működési radarkeresztmetszetet és gyors szétoszlást biztosítanak.



18. számú ábra. Tracor M130 dipól kiszóróberendezés az AH-64 Apache helikopter farokrészén  
(forrás: <https://b-domke.de/AviationImages/Apache/3936.html>)



19. számú ábra. A dipólok kiszórása a helikopterből  
(forrás: <http://www.lacroix-defense.com/>)

### **3.e.2. EO ellentevékenység**

#### **3.e.2.1. Az infracsapdák**

Az IR-fenyegetés közel 50 éve létezik, kezdetben a levegő-levegő rakétákat fejlesztették ki, majd az 50-es évek végén, a 60-as évek elején az amerikai Redeye megjelenésével megkezdődött a MANPAD-korszak, mely fegyverrendszer még napjainkban is a kis magasságon repülő helikopterekre és a fel- és leszálló repülőgépekre a legnagyobb fenyegetést jelenti. Az ellenük való védelem céljából kezdték el fejleszteni az 50-es években az infracsapdákat, melyek megzavarják a rakéták célkeresőfejét, s így megvédik a repülőgépeket ezen támadó eszközöktől. Jelenleg az infracsapdáknak két alaptípusa létezik, a pirotechnikai és a pirofor<sup>23</sup>.

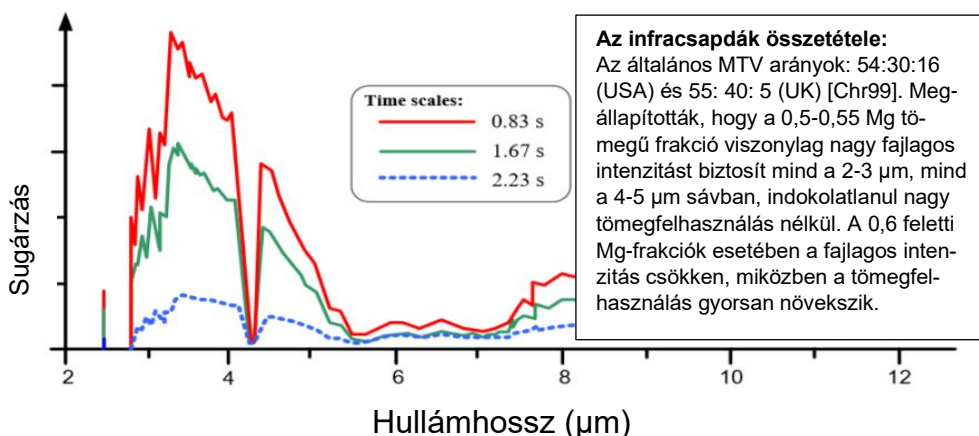
Mint arról korábban szó volt, az első generációs rakéták legkorábbi modelljei 2 000–3 000 m körüli magasságokban, a 4 000 m-es ferdetávolságon voltak képesek a repülő célokat támadni. Gyakran pontatlanok és nagyon érzékenyek voltak az alapvető ellenintézkedésekre. Csak akkor voltak hatékonyak, ha a célrepülőgép mögül indították őket, mivel a rakéta IR keresője elsősorban a hajtóműből kiáramló gázokat és kisebb mértékben a repülő sárkányát tudta azonosítani és követni. Így az első generációs infravörös önirányítású rakéták elleni védelem alapvető eljárása egy másik, intenzívebb hőforrás aktiválása volt, melynek eszközei a pirotechnikai infracsapdák lettek.

Ezek a kilövést követően meggyulladnak, jól látható fehér fényt bocsátanak ki és füstöt fejlesztenek, s így 5-10 másodpercig nagy mennyiségű infravörös energiát termelnek. Ez az energia lényegében állandó spektrumú, s azt csak a légköri abszorpció csillapítja. A pirotechnikai infracsapdák első generációja a magnézium, politetrafluor-etilén (PTFE) és VITON® szilárd pirotechnikai összetételéből készült MTV-infracsapda volt. Az MTV-infracsapdák a kilövést követően meggyulladtak, rövid ideig 2000 Celsius fokon égtek, mely hőmérséklet jóval magasabb volt, mint a repülőgép hajtóművéből kiáramló gázok hőmérséklete (800-900 °C).

A 20. ábra egy MTV-infracsapda spektrális és időbeli viselkedését mutatja.

---

<sup>23</sup> A „pirofor” szó azt jelenti, hogy finom eloszlású fém vagy szerves por oxigénnel érintkezve közönséges hőmérsékleten is felizzik a gyors oxidáció miatt. (Wikipédiából)



20. számú ábra. Az infravörös energia kisugárzásának változása az idő függvényében egy statikus tesztben. Három másodperc alatt a láng csaknem kialszik<sup>24</sup>

Az MTV-eket eredetileg az első és második generációs passzív IR-rakéták megzavarására használták. Ezeket az infracsapdákat úgy tervezték, hogy egy olyan nagy IR lenyomatot állítsanak elő, mely meghaladja a helikopter saját hőlenyomatát, s így a kereső az infracsapdát fogja be a cél helyett. Mennyiségi értelemben a szándék egy magas értékű zavarás - cél arány biztosítása volt a keresőfej megtévesztése érdekében.

A szimulációk és a gyakorlat azt mutatta, hogy ezen infracsapdák alkalmazása az első generációs MANPAD-típusok (például Strela-2/3) találati valószínűségét megközelítőleg a 0-ra csökkentette.

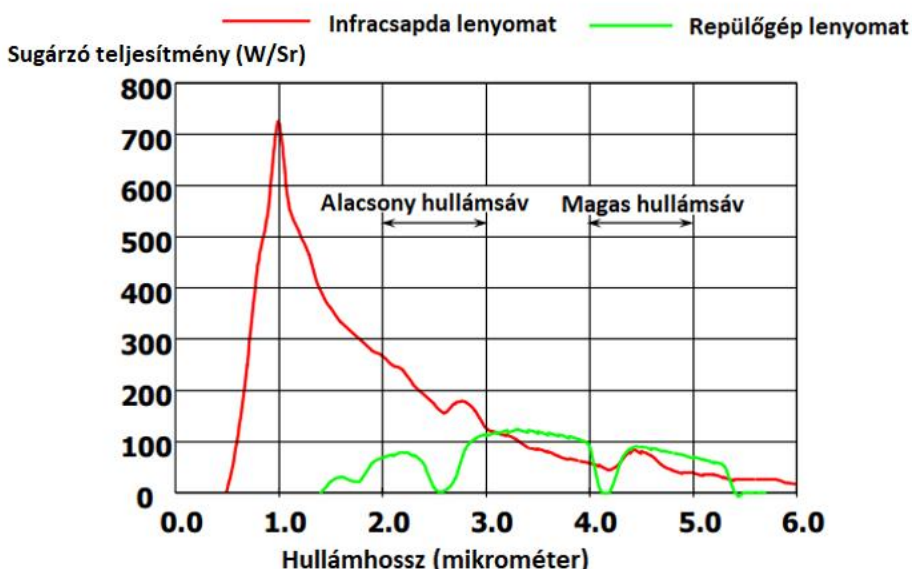
A fentiek alapján levonható legfontosabb következtetés, hogy csak a hő kibocsátás intenzitásának érzékelése nem elegendő a MANPAD-ek hatékony alkalmazásához, ezért keresőfejeknél számos olyan megoldást alkalmaznak, melyek ellenállóvá teszi azokat a zavarással szemben. Ezek tartománya a fej hűtésétől a bonyolult elektromos áramkörökig terjed, melyek a különösen a magas hőmérsékletet, a hőmérséklet gyors emelkedési idejét és az infracsapdák szabadon eső pályáját zavarásként értékelik, s nem veszik figyelembe azokat a cél követésénél.

<sup>24</sup> Johnny Heikell ELECTRONIC WARFARE SELF-PROTECTION OF BATTLEFIELD HELICOPTERS: A HOLISTIC VIEW Helsinki University of Technology FINLAND Otamedia Oy Espoo 2005. 94. oldal

A második és harmadik generációs MANPAD-rendszerek, mint például a szovjet 9K38 Iгла (SA-18) vagy a kínai FN-6, képesek a célrepülőgépet mellső, hátsó és oldalsó légtérből is támadni, s általában jobban meg tudják különböztetni a célpontot az olyan egyszerű ellenintézkedéstől, mint a pirotechnikai infracsapdák és a háttérsugárzás. Az ezekben alkalmazott modern, kétszínű keresőfejek spektrális lenyomatuk alapján (azaz a különböző hullámsávokban mért relatív jelerősségekben vagy színekben) különböztetik meg a hagyományos infracsapdákat a repülőgépektől.

Mint arról korábban szó volt, egy tipikus MTV-fáklya 2000 °C-on ég, míg egy repülőgép-hajtómű gázsugarának hőmérséklete a 600-800 °C-os tartományban található. A keresőfej összehasonlítja e két sáv energiáit, és arra számít, hogy mindkét mérési sávban hasonló teljesítményszinteket fog érzékelni. Ha az egyik nem felel meg a meghatározott feltételeknek, akkor azt, ebben az esetben az infracsapdát, nem tekinti célnak.

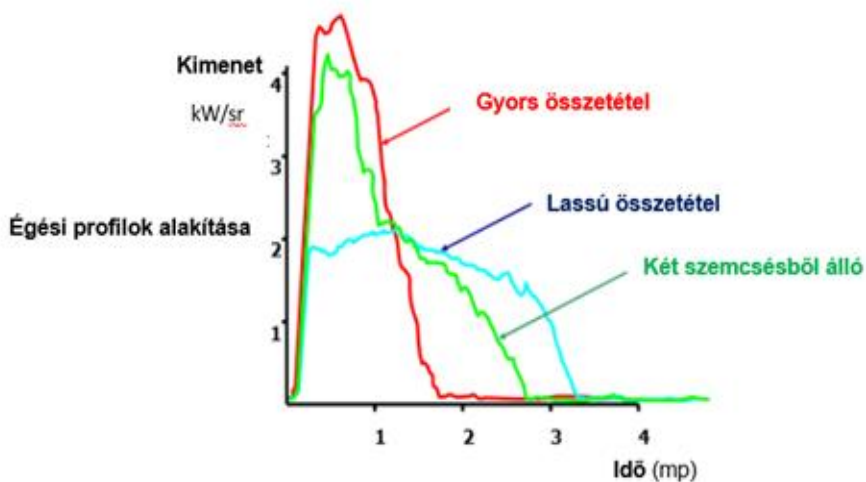
A különböző sávokon belüli sugárzó teljesítmény intenzitások arányai a hőmérsékletet jelzik (20. ábra).



21.számú ábra. A sugárzó teljesítmény változása a hullámhossz függvényében<sup>25</sup>

<sup>25</sup> Advanced Infra Red Countermeasure Solutions Paul Goddard AOC 2008 27 May 2008 Adelaide, Australia 12. oldal

A fenti probléma kompenzálására különböző égési sebességű infracsapdákat alkalmaznak (21. ábra).



22. számú ábra. Az égési profil szabályozása<sup>26</sup>

A 21. ábrából látható, hogy az infracsapda (a görbe alatti terület) által termelt teljes energia azonos, de az égési profilok nagyon különbözőek. A vörös vonal egy nagyon gyors emelkedést mutat, rövid égési idővel, mely egy tipikus profilja a nagy sebességű gázturbinás sugárhajtóművel felszerelt repülőgépeknek. Ezek esetében az infracsapda a repülőgép sebessége miatt gyorsan elválik a repülőgéptől, ezért a lehető leggyorsabban meg kell növelni az energia szintjét, mielőtt az kilép a rakéta látószögéből. A két színspektrumú keresőfejes rakéta egyaránt méri az energiaszintet mind az alacsony, mind a magas hullámsávban, és összehasonlítja a kapott energiákat. Az ilyen rakéta leküzdésére több energiára van szükség a magas frekvenciasávban, mint az alacsonyban, ehhez viszont alacsonyabb hőmérsékletű éghető anyagra van szükség. Az égési profil alakítása lehetővé teszi az égési energia manipulálását az égési idő alatt. A kétszínspektrumú keresőfejes rakéták ellen fejlesztették ki a piroforikus infracsapdákat, melyek sokkal kevésbé láthatók, mivel azokat könnyen aktiválható fóliából készítik, nagyon gyorsan oxidálódnak, hőt termelnek, majd a légkörben lehűlnek.

A piroforikus infracsapdáknak különböző típusú anyagokat használnak, melyek lehetnek szilárdak vagy folyékonyak. Elsősorban a nikkal

<sup>26</sup> Advanced Infra Red Countermeasure Solutions Paul Goddard AOC 2008 27 May 2008 Adelaide, Australia 10. oldal



vagy vas, illetve acél vékony fóliái vagy szitái, továbbá ezen anyagok ötvözetei, melyek erősen piroforossá tehetők. Ez az anyag a légárammal érintkezve meggyullad, s így alternatív infravörös forrást biztosít a rakéta keresőfeje számára. A piroforicitás a fém hőmérsékletét 1800 °C-ra vagy még magasabb hőmérsékletre képes emelni. Amikor egy ilyen infracsapdát kilőnek, a piroforos fóliák szétszórt tömegben kerülnek ki a légtérbe, blokkoló bevonatuk azonnal elpárolog, majd piroforos reakción mennek keresztül. Ezen típusú anyagok legnagyobb előnye, hogy rejtett jellegűek, nem tűzgömb alakúak, éjszaka csak gyenge rózsaszínű fényt sugároznak, nappal pedig szabad szemmel nem is láthatók. Következésképpen a rakéta alkalmazója nem tudja, hogy a rakéta keresőjének befogást jelző hangja a repülőgépre vagy az infracsapdára vonatkozik-e.

A különböző zavarás elleni védelemmel ellátott rakétafejek ellen különböző típusú infracsapdák alkalmazása szükséges. Ezért napjainkban az az általánosan alkalmazott eljárás, hogy a kilövő egységekbe különböző spektrális jellemzőkkel rendelkező infracsapdákat (kocktölköket) helyeznek be, amelyek mindegyike más-más hullámsávban bocsát ki sugárzó teljesítményt úgy, hogy a kombinált lenyomat meg egyezzen a repülőgéppel. Ezzel a módszerrel biztosítható a tömegesen elterjedt MANPAD-ek elleni megfelelő védelem.

A spektrális megkülönböztetésen túl a rakéták újabb nemzedékének célkereső fejei képesek megkülönböztetni a repülőgépet az infracsapdától, azok pályája (szabadon esnek a levegőben) és térbeli kiterjedése alapján is. Ezek megtévesztésére fejlesztették ki az aerodinamikai infracsapdákat. A zavarók repülőgépből történő előre kilövése biztosítja, hogy az infracsapda viszonylag lassabban válik el a légijárműtől, így megzavarja a rakéta saját ellentevékenységszámvetését, amely tipikusan a repülőgéptől hátrafelé irányuló leválasztási irányt keresi. Ez a megoldás általában csak helikoptereken vagy lassan mozgó szállítórepülőgépeken történő használatra alkalmas, mivel a légijármű sebességének növekedésével az aerodinamikai infracsapda hatása csökken. Ezen túlmenően előre néző adagolók felépítése a nagysebességű repülőkre egy sor problémát generál, többek között a gyors légáramhoz társuló rezgések miatt, amelyek a kiegészítés után az üres adagolónyalásban keletkeznek. A kifinomultabb infracsapdák tartalmaznak egy meghajtórendszert, mely az infracsapdát a repülőgép útjához hasonló, de az irányától eltérő repülési útvonalon mozgatja. A meghajtórendszert úgy tervezték, hogy megzavarja a rakétákat, amelyek megkülönböztethetők a szabadon eső infracsapdától és a meghajtással meghajtott tárgyat, például a repülőgépet. Ha a zavaró infracsapdák megfelelően

működnek, a rakéta befogja és követi az infracsapdát, és abbahagyja a repülőgép támadását.

A fejlett infracsapdák képesek ellensúlyozni a modern kétspektrumú keresőknek azt a sajátosságát, hogy spektrális lenyomatuk alapján (azaz a relatív jelerősségben különböző hullámsávokban vagy színekben) megkülönböztetik a helikoptereket a hagyományos infracsapdától, mivel infracsapdák együtteséből (koktéljából) állnak, amelyek mindegyike különböző hullámsávban éri el csúcsértékeiket, úgy, hogy kombinált lenyomatuk megegyezzen a repülőgéppel. Jelenleg kutatók folynak a koktélok egyetlen, új anyaggal való helyettesítésére, amelyek megfelelnek a cél spektrumlenyomatának.

A Chemring vállalat a világelső a repülőgépek infravörös keresőfejű rakéták elleni védelmében. Termékpalettájukon megtalálhatók az új generációs, a hagyományos infracsapdák, a különleges anyagú zavarók, valamint a dipólók is. A korszerű infracsapdák választéka kiterjed az elsőől a harmadik generációs MANPADS-ek elleni védelemig. A különleges zavarók speciális anyagból állnak, melyeket egy impulzuskazettából lőnek ki az atmoszférába, ahol gyorsan reakcióba lépnek a levegő oxigénjével, és a helikopternek megfelelő infravörös lenyomatot képeznek. Ezek a típusú zavarók nem tartalmaznak pirotechnikát.



23.számú ábra. Az F-22 Raptor infracsapdákat szór a légtérbe (forrás: <https://www.chemring.co.uk/media/multimedia-library>)

A repülőgépek fedélzetén az infracsapdákat a dipólokkal együtt egy több patron elhelyezésére alkalmas házból álló kiszóróberendezésben

tárolják, melyekből mechanikusan vagy pirotechnikai úton lövik ki a zavarókat. A kiszóróberendezés része a repülőgép ellentevékenységi rendszerének, s integrálva van a repülőgép radarbesugárzásra, rakétaindításra figyelmeztető vevőivel és más, az elektronikus hadviseléshez tartozó érzékelőkkel. Általában egy központi vezérlőegységből, egy, a fülkében elhelyezett kezelőegységből és magából a kiszóróberendezésből áll. Amikor a repülőgép érzékelői fenyegetést észlelnek, az ellenintézkedést vezérlő rendszer automatikusan elindítja a rádiófrekvenciás és az infravörös ellenintézkedéseket az érkező rakéták megtévesztésére.


















24. számú ábra. A TERMA korszerű elektronikai ellentevékenységi rendszere a kiszóróberendezéssel (forrás: www.terma.com)

Az infracsapdák a folyamatos fejlesztés ellenére jelenleg nem biztosítanak teljeskörű védelmet a korszerű negyedik, ötödik generációs MANPAD-ek ellen. A 3. táblázat az alkalmazhatóságuk hatékonyságát szemlélteti.

AZ IFRACSPADÁK ALKALMAZHATÓSÁGA, HATÉKONYSÁGA

3. számú táblázat

A MAN-PAD típusa	A keresőfej célkeresési képessége	A MAN-PAD proliferációja	Ellentevékenység		
			Infracsapda	DIRCM	NEL
1. generáció	Hátso légtérből, nincs IR zavarvédelem	Nagyon széleskörű	●	●	●

<b>2. generáció</b>	Minden irányból korlátozott IR zavarvédetség	Nagyon széleskörű			
<b>3. generáció</b>	Minden irányból IR zavarvédetség	Széleskörű			
<b>4. generáció</b>	FPA-vall, minden irányból zavarvédetséggel, képalpító keresőfejjel	Elvértve			
<b>5. generáció</b>	Minden irányból képalpító	Nincs			
<b>Közvetlen irányzású</b>	Nincs	Korlátozott			

**Megjegyzés:**

Zöld: hatékony;

Sárga: lehetséges, hogy hatékony,

Narancssárga: korlátozott hatékonyság;

Piros: nem hatékony,

Kék: fejlesztés alatt, valószínűleg hatékony

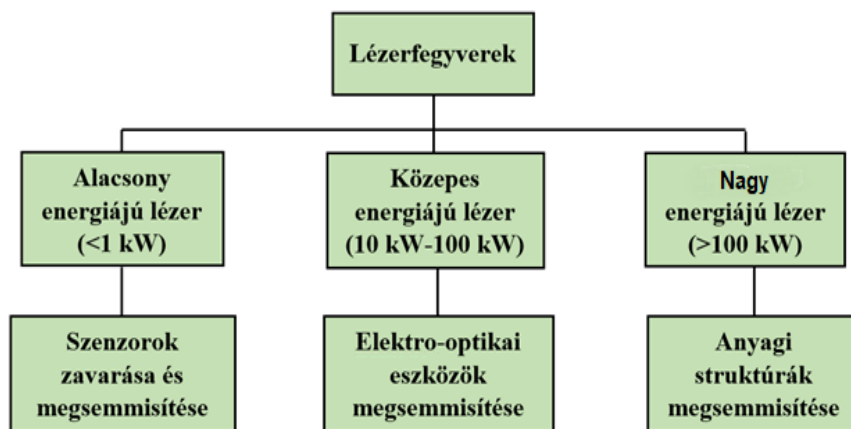
NEL: Nagy Energiájú Lézer (adaptálva: Ashkenázi 2013)

A táblázatból látható, hogy a korszerű negyedik és ötödik generációs rakéták ellen napjainkban kizárólag a DIRCM-ek és a Nagy Energiájú Lézerek nyújthatnak hathatós védelmet.

**3.e.2.2. A lézersugár alkalmazása a fedélzetén**

A lézertechnikát a katonai műveletekben olyan alkalmazásokhoz használják, mint a lézerfegyverek, a kommunikáció, a távérzékelés, az információ továbbítása, az aktív képalpítók, a megvilágítók stb. A lézertechnika különböző katonai műveletekhez használható: levegő-föld, föld-levegő, levegő-levegő, föld-föld, űr-tér, hajó-hajó, hajó-part, föld-műhold, műholdak közötti vagy tengeralattjáró rendszerek. A katonai műveletekhez használt lézerek típusai a környezettől és a felhasználási céltól függően változnak. A lézerek különféle felhasználási területekre történő besorolásához különböző paramétereket használnak: kimeneti teljesítmény, üzemi hullámhossz, a lézernyaláb keresztmetszete a célon, elérhető kibocsátási határérték és expozíciós időtartam. A hullámhossz kiválasztása a légköri vagy a víz alatti kapcsolatok átviteli ablakától függ. Míg a víz alatti összeköttetések a tiszta vízhez viszonyítva jó áteresztőképességgel rendelkeznek a kék-zöld

régióban, azaz 0,42–0,52  $\mu\text{m}$  tartományban, a szabad tér optikai összeköttetései az IR közelében és a látható spektrumban 0,75–1,6  $\mu\text{m}$  között működnek. 1 kW-nál nagyobb teljesítményű lézereket használnak nagy energiájú lézer (HEL: High Energy Laser) fegyvereként vagy az érzékelők megvakítására és szerkezeti károsodások okozására meghatározott célpontokban. A lézerfegyvereket energia/teljesítményszintjük alapján osztályozzák: magas, közepes vagy alacsony energiájú lézerekre, melyek csoportosítása és alkalmazási területük a 25. ábrán látható.



25. számú ábra. A lézerek csoportosítása és alkalmazási területük.<sup>27</sup>

### a) Irányított infravörös ellenintézkedés (DIRCM)

A DIRCM rendszerek azáltal zavarják meg a MANPADS-eket, hogy modulált lézere energiát sugároznak közvetlenül a fenyegetést jelentő rakéta keresőfejére, mely megzavarja a kereső követési és irányítási algoritmusait, s ezáltal a rakéta nem követi a célpontját. A rendszer tipikus értékei:<sup>28</sup>

- 0,5-6 W lézer kimenőteljesítmény a lézer típusától és hullámhosszától függően;
- 1,7 mrad lézernyaláb- divergencia;
- ismétlési arány>20kHz.

<sup>27</sup> Hemani Kaushal, Georges Kaddoum: Applications of Lasers for Tactical Military Operations alapján. Publisher: IEEE 22 September 2017

<sup>28</sup> Klass, P.J.: DIRCM Scores High In Live-Fire Tests, Aviation Week & Space Technology, November 15, 1999, 45-46 oldal

A paramétereiből következik, hogy a DIRCM lézere az alacsony energiakategóriába sorolható.

A DIRCM rendszer integrált része a helikopterek rakétaindításra, lézerbesugárzásra, ellenséges tűzre figyelmeztető ellenintézkedés-rendszerének. A rendszer lézer sugárnyalábot bocsát ki, s azt közvetlenül a rakéta keresőfejére irányítja, mely sugár erősebb céljelet generál, mint a megcélzott helikopter jele, ezáltal megtéveszti a rakéta irányítórendszerét, mely úgy érzékeli, hogy a célpont elmozdult és módosítja a saját repülési pályáját. A fej gyors megzavarása elengedhetetlen a kis magasságú repülések esetén, ahol a rakéta repülési ideje rendkívül rövid.

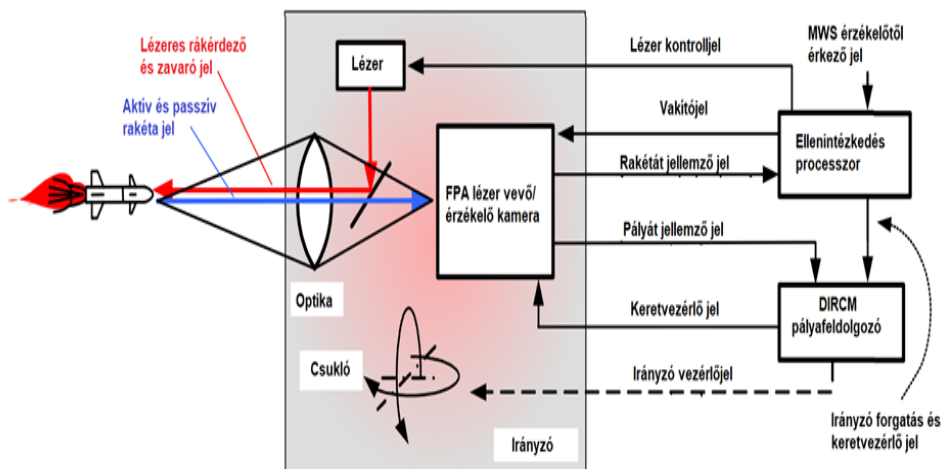
A DIRCM folyamatosan a rakétán tartja a lézersugarat, amíg az anynyira el nem fordul, hogy már nem jelent veszélyt a repülőgépre. A rendszer egyetlen, központilag telepített lézert használ, amely minden irányba képes elmozdulni. A rendszer működésének elve a 25. ábrán látható.

A működés folyamata: veszélyre figyelmeztető érzékelő video és digitális adatokat küld a processzornak, amely elemzi a bejövő rakéta, lézer vagy ellenséges tűz adatait. Ha a processzor fenyegetést észlel, értesíti a személyzetet, a vezérlő interfészegységről elindítja a lézert, s a zavaróenergiát a támadó rakétára irányítja. Legfőbb hátránya, hogy tornyokkal kell irányítani a sugáremissziót a rakéta felé, amely nagy pontosságot és integrált kommunikációt igényel az MWS-szel.



26. számú ábra. A DIRCM működésének fázisai

A DIRCM rendszer működésének vázlata a 27. ábrán látható.



27.számú ábra. A DIRCM működési vázlata<sup>29</sup>

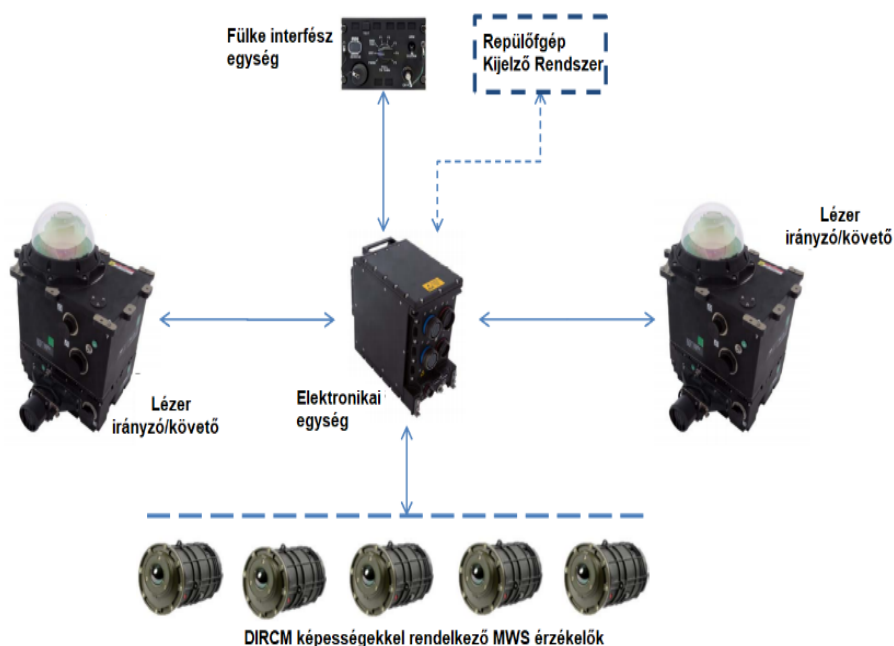
Az irányított DIRCM emissziójának elemzéséhez figyelembe kell venni a lézersugár főbb jellemzőit, például: nagy spektrális és térbeli sűrűség, nagy irányíthatóság, alacsony működési teljesítmény, alacsony sáv szélességű sugár és impulzusos működés.

A DIRCM rendszereknek a következő alapvető paramétereknek kell megfelelniük, hogy a támadó rakétát képesek legyenek eredményesen megzavarni:

- egy tiszta lézer célvonal legyen a DIRCM-től a rakéta keresőfejéig;
- a rakéta kilövését követően minimális idő alatt el kell érni a cél támadásához szükséges effektív energiát;
- maximalizálni kell az energiát a célpontra. Ez a célplatform lenyomatával kombinálva biztosítja a fenyegetés legyőzéséhez szükséges hatékony zavarás/jel arányt (J/S);
- a zavarási kód hatékonysága: az alkalmazott zavaró modulációnak hatékonyan kell lennie a potenciális fenyegetést jelentő rakéták keresőfejeinek teljes típusváltozataival szemben. Létfontosságú, hogy a keresők bármely típusára gyakorolt hatás megkezdésének ideje minimális legyen.

<sup>29</sup> Brown, D.E. et al.: Closed-Loop Infrared Countermeasure System Using High Frame Rate Infrared Receiver, US Patent No. 6,369,885, April 2002

Egy DIRCM rendszer megvalósításának gyakorlati példája a 28. ábrán látható.



28. számú ábra. Miysis DIRCM rendszer (forrás: <https://www.leonardocompany.com/>)

### **b) Nagy Energiájú Lézer (HEL):**

A koncepció alapelve, hogy egy nagy energiájú lézert irányítanak a célra, mely megsemmisíti az adott eszköz szerkezetét. A fegyver építésében a legnagyobb kihívás egy olyan lézer létrehozása, amely elég nagy teljesítményt képes elérni ahhoz, hogy részben elpusztítsa vagy legyőzze a célt, mindeközben számos objektumot is képes legyen követni. A lézersugárnak hatékonyan kell terjednie turbulens légköri körülmények között is, mint például a por, a magas páratartalom, és pontosan el kell találnia a célpontot. Ugyanakkor képesnek kell lennie a cél, a hordozóeszköz mozgásának, továbbá a sugár időjárás vagy környezeti viszonyok miatti torzulásának kompenzálására. A jelenlegi projektek magukba foglalják a kereskedelemben kapható fiber lézerek, dióda pumpált szilárdtest lézerek, szabad elektronlézerek és a folyékony lézerek alkalmazását is.

A nagy energiájú helikopterfedélzeti lézerrendszer 2017-ben teljesítette első repülési tesztjét egy Apache AH-64 fedélzetén. A bemutató



során a teljesen integrált lézerrendszer sikeresen tevékenykedett a forgószárnyas repülőgép fedélzetén. Sokféle repülési üzemmódon, változó magasság és légsebesség mellett lőtt a kijelölt célra. A teszt meggyőző bizonyítékot szolgáltatott a nagy energiájú lézeres képességet támogató nagyfelbontású, többsávú célzószenzor teljesítményére és sugárterjedés- megvalósíthatóságára a helikopterek fedélzetén. Ezen túl a rendszer a várakozásoknak megfelelően teljesített, miközben számos célt követett, melyekre folyamatosan ráirányította az energiát. A HEL rendszerek jövőbeni kialakítását a vibráció, a por és a rotorleáramlásnak a HEL sugár irányítására és kormányzásra gyakorolt hatásairól összegyűjtött adatok alakítják.

Az igazi áttörés 2020-ban történt, amikor az Apache AH-64 helikopterhez csatlakoztatott konténerből a nagy energiájú lézert egy pilóta nélküli célpontra irányították, melyet sikeresen eltaláltak. Ez volt az első alkalom, amikor egy helikopter fedélzetére szerelt teljesen integrált lézerrendszer sikeresen leküzdötte a célt a legkülönbözőbb repülési feltételek, magasságok és sebességek mellett, ezzel bizonyítva az Apache helikopter által történő lézeres támadás megvalósíthatóságát. Az előzőekből következik, hogy a HEL alkalmazása harcihelikopterek fedélzetén még csak kezdeti stádiumban van, és feltehetően évek keltenek egy ilyen rendszer rendszeresítéséhez és tömeges alkalmazásához.



29. számú ábra. A Raytheon HEL függesztmény alkalmazása az AH-64 fedélzetén. (forrás: Raytheon)

### 3.e.2.3. *Infravörös (impulzus) zavarólámpa (Thermal jammer)*

A berendezés modulált infravörös sugárzást bocsájt ki, amellyel megzavarja a rakéta irányítórendszerét. Elsősorban az amplitúdó-modulált (AM) rakéták ellen fejlesztették ki (az USA-ban az AN/ALQ-144-et, a Szovjetunióban a Mi-24-re az L166V-t), bár korlátozottan a frekvencia-modulált (FM) rakéták ellen is használhatók. Ezek a zavarók az 1970-es évek óta léteznek, és hatékonyak voltak az 1. generációs amplitúdó-modulált MANPADS-ekkel szemben, amelyek a közeli IR-sávban működtek (1-2  $\mu\text{m}$ ). Maga a zavarás csak akkor volt eredményes, ha a fenyegetést jelentő rakéta modulációs tárcsájának forgási sebessége nagyjából ismert és a célpont az amplitúdó-modulált vezérlésének alapelve szerint előállított jel maximum amplitúdója által meghatározott irányban volt. Megfelelő frekvenciával és nagy teljesítménnyel történő jelbevittel el lehetett érni, hogy a zavaró és a célpont összegzett jele az infrafej számára akkor legyen maximális, amikor valójában a célponttól elkanyarodik a rakéta. Tökéletes zavarás esetén a rakéta rossz irányba korrigált, és egyszerűen kimanőverezte magát az infravörös érzékelő látószögéből, de még ha nem is sikerült eltalálni tökéletesen a frekvenciát, akkor is valamekkora hibát vitt be a vezérlésbe.



30. számú ábra. Egy ALQ-144 zavaró az OV-10 Bronco sárkányára építve. (forrás: <https://military.wikia.org/wiki/AN/ALQ-144>)

Ezen berendezések legnagyobb előnye, hogy míg az infracsapdák csak igen rövid ideig biztosítanak védelmet, addig a hőzavarók (thermal jammerek) folyamatosan üzemelnek. Mivel az amplitúdó- és

frekvencia-modulált vezérléssel bíró régebbi infravörös vezérlésű vállról indítható rakéták elterjedtsége mind a mai napig magas, ezért ezeket továbbra is használják annak ellenére, hogy a 3. generációs MANPADS-ek megjelenésével ez a típusú zavarás idejétmúlt lett. Ezek a rakéták közép-IR sávban (3–5  $\mu\text{m}$ ) működnek és fejlettebb modulációs technikákat alkalmaznak (például frekvencia-modulációt), s így a zavarása helyett a minden irányú IR-zavarás a rakéták célforrásává vált.

## 6. Figyelmeztető és ellenintézkedés fejlesztési trendek

A figyelmeztető rendszerek egyre nagyobb kihívásokkal néznek szembe, részben a fenyegetettségi technológiák fejlődése, részben pedig az elektromágneses spektrum különböző sávjában növekvő számú polgári sugárzó miatt.

Napjainkban az ellentevékenységi tendenciák a következő területekre koncentrálnak:

### 1. Rádiófrekvenciás (RF) zavarás:

- *dipól*: Ku és Ka sávokban hatékony, jobb tulajdonságokkal rendelkező dipólok fejlesztése. A dipólok helikopter RCS-hez hasonló alakban történő kilövése.
- *zavarás*: a monopulzus rendszerű radarok továbbra is kihívást jelentenek a zavarás szempontjából, a digitális rádiófrekvenciás memóriákra pedig egyre nagyobb szükség lesz a koherens jelfeldolgozású radarok zavarásához. A szilárdtest-adók és a Vivaldi antennarendszerek kihívást jelentenek a hagyományos haladóhullámú erősítőcsöves (TWT) adók számára;
- *kombinált*: a dipól hatékony megvilágítása megköveteli a dipól felhőre fókuszált zavarósugarat. A rugalmas antenasugár-vezérlés a konform antennarendszereknek kedvez.

### 2. Elektro-optikai (EO) zavarás:

- *infracsapdák*: a hagyományos infracsapda rendszerek folyamatosan tökélesednek, s a pirofóros infracsapdák általánossá váltak. A továbbfejlesztett infracsapda-kiszóró eljárásokat és a különböző típusú infracsapdák vegyes alkalmazását a korszerű fenyegetéseknek megfelelően kell

alkalmazni. Az infracsapdáknak támogatniuk kell a DIRCM rendszereket több típusú fenyegetés esetén;

- *DIRCM*: a jobb rakéta-keresőfejek és a HOJ (Home On Jam, amikor a rakéta keresőfeje passzív vevőként a zavaró sugárforrást követi, s ennek alapján dolgozza ki a kormány-parancsokat) alkalmazása gyors ellentevékenységet igényel. A jövőbeli DIRCM-eknek gyorsan meg kell zavarniuk, el kell pusztítaniuk a keresőfejet, amihez a jelenleginél nagyobb lézerteljesítményre lesz szükség. A PPLN (Periodically-Poled Lithium Niobate) nemlineáris kristályok lehetővé teszik a látható és 5  $\mu\text{m}$  közötti hullámhosszok hatékony átalakítását az elsődleges OPO (Optical Parametric Oscillator) több hullámhosszú lézer előállítására<sup>30</sup>. A kardánszerkezet alternatíváit is vizsgálják. Az agilisabb megoldások többféle fenyegetést is képesek legyőzni<sup>31</sup>.
- *lézer*: a kis teljesítményű lézereknél, melyek a tipikus lézerhullámhosszon magas impulzusismétlődési frekvenciával működnek, meg kell akadályozni a távolság mérését. A lézersugár zavarása, akár a rakéta kiáramló gázainak megvilágításával vagy az irányzó megvakításával, belátható időn belül nem kivitelezhető.

### 3. Multispektrális:

- *RF+EO*: A kombinált RF/IR dipolókra vonatkozó ötletek<sup>32</sup> figyelmet érdemlőek, de a gyakorlati problémák miatt eddig még nem oldódtak meg. Az ilyen típusú megoldások iránti igény azonban növekszik a multispektrális keresőfejek elterjedésével;
- *Akusztikus+EO*: a BAT (Brilliant Anti-Tank) akusztikus/EO szubmuníciója UAV-ről történő ledobásának sikeres tesztjei alapján levonható legfontosabb következtetés, hogy a felső légtérből jövő támadások ellen is szükséges megvédeni a helikoptert. Jelenleg erre nincs megvalósított eljárás.

---

<sup>30</sup> Myers, L.E, Bosenberg, W.R.: Periodically Poled Lithium Niobate and Quasi-PhaseMatched Optical Parametric Oscillators, IEEE Journal of Quantum Electronics, Vol. 33, No. 10, October 1997, pp. 1663-1672

<sup>31</sup> Sepp, G., Protz, R.: Laser Beam Source for a Directional Infrared Countermeasures (DIRCM) Weapon System, US Patent No. 6,587,486 B1, July 1, 2003

<sup>32</sup> Woodward, E.D.: Combined Microwave and Infrared Chaff, US Patent No. 5,049,883, September 17, 1991

## **7. Következtetések a fenyegetésekről és az ellenintézkedésekről**

A helikopter fenyegetéseit az általános fenyegetési forgatókönyvtől függően két fő csoportra osztják. Az egyik csoport a csúcstechnológiával kapcsolatos fenyegetések, amelyek az úgynevezett „nagy” háború forgatókönyveihez kapcsolódnak. A másik csoportba az alacsony technológiájú veszélyeket sorolják, amelyek elsősorban az alacsony intenzitású konfliktusokkal és az aszimmetrikus tevékenységgel kapcsolatosak. Mindkét esetben a csúcstechnológiát megtestesítő veszély az IR irányítású MANPAD rakéták.

A mai elektronikus ellentevékenység- támogató alapkészletnek ennek következtében egy MWS-ből és egy programozható zavaróeszköz- kilövőből kell állnia, amelyet az MWS irányít. A 2010-es évek végén az ellentevékenység- csomagnak már tartalmaznia kellett egy DIRCM-et, amely képes megzavarni a képkövető keresőket. 2020-ra a DIRCM-nek képesnek kellett lennie a rakétakeresőfejek lézerekárosításának gyors kiváltására a HOJ veszélyek elkerülése érdekében.

A harcihelikopterek mellett a felfegyverzett helikopterek esetében is előnyös a nagy felbontású LWR alkalmazása, és így helymeghatározó érzékelőként működhetnek és irányíthatják a lefogó tüzet. A szállítóhelikopterek esetében az LWR bár kevésbé hasznos, de megjelölhet olyan területeket, amelyekben magas a lézerjelek koncentrációja, s ezért potenciálisan ellenségesek.

## **8. A Mi-24 típusú harcihelikopter önvédelmi rendszere**

A Mi-24 a XX. század 60-as, 70-es éveinek terméke, melyen az évtizedek során több korszerűsítést hajtottak végre. Ezek elsősorban a fedélzetet, a fegyverzetet, s részben a hajtóművet érintették. Tény, hogy a helikopter tervezésénél figyelembe vették a különböző típusú fenyegetéseket, és a kornak megfelelő passzív, valamint aktív védelmi rendszerekkel látták el.

Passzív védelmi eszközök közé tartoznak azok a berendezések, műszaki megoldások, melyek egy részét már a tervezés és a gyártás során beépítették a helikopterbe, más részét pedig akkor szerelik fel,

amikor a helikopter olyan feladatot hajt végre, mely során feltételezhető egy ellenséges támadás végrehajtása az eszköz ellen.

Ezek közé sorolhatók:

1. A fülke páncélozása.
2. A kettős hidraulikarendszer.
3. A tüzelőanyagtartályok védelme.
4. A hajtóműből kiáramló gázok összekeverése a környezeti levegővel.

A harci tapasztalatok igazolták a passzív eszközök hatékonyságát a kézi fegyverekkel szemben. Ugyanakkor a hajtómű és a repülőgép-sárkány szerkezeti kialakításai javítják a helikopterek túlélhetőségét egy MANPADS találat esetén. A jelenlegi alkalmazott hajtóművek nem olyan érzékenyek egy katasztrofális meghibásodásra, s még az egyik hajtómű meghibásodásakor is a legtöbb Mi-24-es képes leszállni, amennyiben a személyzet erre megfelelően kiképzett.

A helikopter aktív védelmi rendszerei jellemzően a XX. századot képviselik, melyek közé tartoznak:

1. A radarbesugárzásra figyelmeztető rendszer.
2. Az infravörös lámpa.
3. Az infracsapda- és dipólkilövők.

Az önvédelmi rendszer elemei analóg alapra épültek, és nem rendszerszemléletben működnek. Nincs a helikopteren MWS, mely időben elindítaná a támadó rakéta megzavarását.

A hajtóműből kiáramló gázok keverése a környező levegővel és az IR lámpa alkalmazása a korszerű MANPADS-ek ellen hatástalan, melynek részletezését a korábbi fejezetek tartalmazzák.

Összefoglalva, a helikopter önvédelmi rendszere korszerűtlen, s nem szavatolja a személyzet védelmét és a kitűzött feladat végrehajtását sem egy „nagy” háborúban, sem egy aszimmetrikus fenyegetéssel terhelt környezetben.

A helikopter irányított fegyverzetéhez a STURM rakéták tartoznak, melyek üzemideje lejárt, cseréjük szükséges. Az orosz fél az ATAKA rakétát adaptálta a fedélzetre, mely megfelel a kor elvárásainak.

A csöves lőfegyverek: a 12,7 mm-es négycsövű, Gatling-rendszerű (forgócsövű) géppuska vagy a P változatnál az ikercsöves GS-30-2 típusú 30 mm gépágyú hatékony fegyver még napjainkban is.

A nem irányított fegyverzethez tartoznak: Sz-5 típusú 57 mm-es rakétákat tartalmazó konténer 4 darab UB-32-57-es blokkban, illetve Sz-8-as 80 mm-es nem irányított rakétákat tartalmazó 4 darab B-20 konténer, továbbá 2 darab Sz-24-es nem irányított rakéta elrettentő erővel rendelkezik, azonban a XXI. században már nem tekinthető korszerűnek.

A fentiek alapján a Mi-24-es nem rendelkezik a korunkban már elengedhetetlen precíziós fegyverekkel, így alkalmazása egy modern fegyveres konfliktusban nem kellően hatékony.

## Összefoglalás

Jelen publikáció részletesen elemezte a korszerű harcihelikopterek hatékony alkalmazását befolyásoló legfontosabb követelményeket. Ezek alapján egyértelműen megállapítható, hogy a magyar Mi-24-es flotta ezeknek nem felel meg, mivel a helikoptervezetőnek nincs valós idejű („real time”) információja a műveleti helyzetről, a helikopter önvédelmi és fegyverrendszerei pedig elavultak. Kérdés, hogy lehetséges-e a helikoptert úgy modernizálni, hogy a Mi-24-es napjainkban gyártott változatának, a Mi-35-ösnek megfelelő, a világ élvonalába tartozó helikopter legyen.

A válasz mérnöki szempontból valószínűleg igen, de mi kell ehhez? Digitalizálni kell a fedélzeti eszközöket és a rendszereket, adatkapcsolatot kell létrehozni közöttük például egy adatbusz (adatbuszok) beépítésével. Ki kell alakítani az „üvegfalú” személyzeti fülkét ( „glass cockpit”-et) mind a helikoptervezető, mind az operátor részére, és el kell helyezni mindazon kijelzőket és kezelőszerveket, melyek a harci helyzet tudatosságához és a fegyverrendszer kezeléséhez szükségesek.

A fedélzeti fegyvereket „nyugati” származású, precíziós fegyverekkel kell lecserélni, melyre több példa is van, elsősorban izraeli relációban. A helikopter önvédelmi rendszerét teljesen új alapokon kell áttervezni. Be kell építeni a cikkben részletesen bemutatott szenzorokat és rendszerszemlélettel össze kell hangolni azok működését. Be kell szerezni az önvédelmi rendszer hatékonyságát biztosító dipólokot és a modern infracsapdákat a lehetséges fenyegetés teljes spektrumára.

Végül, de nem utolsó sorban a teljes védelem biztosítása érdekében be kell építeni a fedélzetre egy DIRCM-et. Amennyiben ezeket a korszerűsítéseket végrehajtják, egy, a kornak megfelelő képességekkel rendelkező harcihelikopter állhatna rendszerben az MH-nál.

Az előzőek alapján a kérdésre az a válasz is adható, hogy kezdjük el a modernizációt, mely költsége valószínűleg meghaladja a helikopterek jelenlegi piaci értékét, azonban jóval olcsóbb, mint egy új harcihelikopter rendszerbeállítása. A probléma azonban ennél sokkal bonyolultabb. Szabad-e költeni ilyen nagyságú összeget egy közel 40 éves helikopterre? A hivatkozás, hogy a helikopter teljes üzemideje lejár jól hangzik, de mérnöki szempontból nem állja meg a helyét. Papíron lehet, hogy így van, de az orosz üzemeltetési filozófia szerint mindig egy adott üzemidő elérését követően állapítják meg a következő javításközi ciklust és hosszabbítják meg a teljes műszaki üzemidőt.

Tény, hogy a magyar Mi-24-ek rendszeresen nem repülték ki a javításközi üzemidejüket, és általában naptári üzemidő szerint került sor a nagyjavításukra. A naptári idő lejártá ugyanakkor nem mérvadó a helikopterek fizikai terhelése szempontjából. Mivel a helikopter a vadászrepülőgéptől eltérően nincs nagy ciklikus túlterhelésnek kitéve, egyedül a vibráció okozhat kifáradásos jelenséget, azonban olyan, amely a konstrukció élettartamát befolyásolná, jelenleg nem ismert. Vagyis a levonható következtetés az lehetne, hogy érdemes nekilátni a korszerűsítésnek, mert van még tartalék üzemidő.

Azonban a válasz mégsem ilyen egyszerű, mivel a folyamatos alkalmazhatóság szempontjából a helikopter néhány főbb alkatrésze nem javítható és beszerzése csak egyetlen kizárólagos forrásból, az Oroszországi Föderációból történhet. Megteheti-e egy NATO- ország, hogy egy potenciálisan szembenálló féltől szerzi be a szárazföldi csapatainak légi támogatását nyújtó fegyverrendszerének alkatrészeit?

A válasz nem kétséges, nem szabad vállalni ezt a kockázatot, és a javításközi üzemidejük lerepülését követően a helikoptereket ki kell vonni a rendszerből. Azonban addig is fel kell használni azokat a harcihelikoptereket a repülőszemélyzetek speciális kiképzésére, függetlenül attól, hogy lesz-e idővel megfelelő váltótípus.

Végezetül még egy gondolat. A kivonás előtt fel kell készülni a helikopterek értékesítésére. A jelenlegi korlátozott képességek ellenére is a világ számos országa tarthat igényt ezekre a helikopterekre, ezért



nem szabad megengedni, hogy a MiG-29-ek sorsára jussanak és értéküket veszítve várják a megsemmisítésüket.

## Irodalomjegyzék

1. Accetta, J.S., Shumaker, D.L. (eds.): The Infrared and Electro-Optical Systems
2. Ball, R.E.: The Fundamentals of Aircraft Combat Survivability Analysis and Design, 2nd edition, AIAA Education Series, 2003
3. Brown, D.E. et al.: Closed-Loop Infrared Countermeasure System Using High Frame Rate Infrared Receiver, US Patent No. 6,369,885, April 2002
4. Haditechnikai kerekasztal, Haditechnikai összefoglaló A légi harcászatról és a légvédelmi eszközökről (182-213 oldal)
5. Handbook, Vol. 7 (Countermeasure Systems), Environmental Research Institute of Michigan, SPIE Optical Engineering Press, 1993
6. Handcock, A., Howitt, R.: Benefits of Advanced Control Technology, Proceedings of presentations at the American Helicopter Society 56th Annual Forum, Virginia Beach, VA, 2nd – 4th May 2000, pp. 147-154
7. Johnny Heikell ELECTRONIC WARFARE SELF-PROTECTION OF BATTLEFIELD HELICOPTERS: A HOLISTIC VIEW Helsinki University of Technology FINLAND Otamedia Oy Espoo 2005
8. Kernstock, N.C.: Slashing Through the Noise Barrier, Rotor & Wing, Aug. 1999, pp. 26-33
9. Klass, P.J.: DIRCM Scores High In Live-Fire Tests, Aviation Week & Space Technology, November 15, 1999
10. LEONARDO: Miysis DIRCM: the smallest, lightest multi-head DIRCM system available today
11. Lynch, D. jr.: Introduction to RF Stealth, SciTech Publishing Inc., 2004
12. MILITARY HANDBOOK AIRCRAFT SURVIVABILITY TERMS MIL-HDBK-2089 30 May 1997 Department of Defense USA  
Myers, L.E, Bosenberg, W.R.: Periodically Poled Lithium Niobate and Quasi-Phase Matched Optical Parametric Oscillators, IEEE Journal of Quantum Electronics, Vol. 33, No. 10, October 1997, pp. 1663-1672
13. Misiurewicz, J., et al.: Analysis of Recorded Helicopter Echo, Proceedings of the IEE 97 Radar Conference, 14-16 October 1997, pp. 449-453 (IEE Publication No. 449)
14. Oeh, G.R.: ASPIS Integrated EW Suite for Helicopter Self Protection, Proceedings of the SMi Military Helicopters 98 -conference, London, March 24-26, 1998

15. Schmieder, D.E., Walker, G.W.: Camouflage, Suppression, and Screening Systems, Ch.
16. Schwind, G.: Infrared Countermeasures for Helicopter Applications, The Journal of Electronic Defense, May 1991, pp.61-64
17. Sean M. Zeigler, Alexander C. Hou, Jeffrey Martini, Daniel M. Norton, Brian Phillips, Michael Schwille, Aaron Strong, Nathan Vest: Acquisition and Use of MANPADS Against Commercial Aviation RAND Corporation 2019
18. Sepp, G., Protz, R.: Laser Beam Source for a Directional Infrared Countermeasures (DIRCM) Weapon System, US Patent No. 6,587,486 B1, July 1, 2003
19. Woodward, E.D.: Combined Microwave and Infrared Chaff, US Patent No. 5,049,883, September 17, 1991

Kugyela Lóránd<sup>1</sup>

## A TÖBBKOMPONENSŰ ROBBANÓANYAGOK MÚLTJA, JELENE ÉS JÖVŐJE

PAST, PRESENT AND THE FUTURE OF THE BINARY  
EXPLOSIVES

<https://doi.org/10.30583/2020.4.058>

### **Absztrakt**

*A cím olvasása után a legtöbb embernek a „Die Hard” című akciófilm juthat eszébe, amelyben a terroristák bináris robbanóanyaggal robbantanak fel egy hajót. A film a robbanóanyag tulajdonságait jelentős túlzással mutatja be, és hasonló módon téves alapokon áll, mint pl. a kumulatív sugár „plazma hőmérséklete” teória. De miért nem hallunk róla, ha ez létező robbanóanyag? Miért nem találkozunk vele a robbantástechnika mindennapjaiban?*

*A tanulmány a bináris (kompozit) robbanóanyagok általános bemutatását tűzte ki célul, valamint a fenti tévképzetek elosztatását. Mindemellett egy időképet ad a robbanóanyagok múltjáról, jelenlegi használatukról, alkotóelemeiről és a jövő irányairól.*

**Kulcsszavak:** bináris; robbanóanyag; kompozit robbanóanyag, nitro-metán; ammónium-nitrát, keverékek, emulzió

### **Abstract**

*While reading the title of the article, some may remember the Die Hard movie when a huge cargo vessel was perished due to the super power of the binary explosive. This scene was excessive and based on misconception like the plasma temperature of the shaped charge jet. But why it is in the background? Why we do not hear about these explosives?*

---

<sup>1</sup> Kugyela Lóránd robbanóanyag-ipari szakmérnök, CerTrust Kft, vezető vizsgálómérnök, Robbanóanyagok, Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola doktorandusz, ORCID: 0000-0002-2869-8864, [lorand.kugyela@certrust.eu](mailto:lorand.kugyela@certrust.eu)

*This article deals with such questions and tries to describe the binary (composite) explosives, and moreover gives a picture about the past, present and possible future of explosives.*

**Keywords:** *binary, explosive, composite explosive, nitromethane, ammonium-nitrate, mixture, emulsion*

## Bevezetés

A robbanóanyag-keverékek kialakulását ezen a területen is az ipari és hadi igények indították el. A fejlesztések célja a kettő (vagy több) alkotóelem előnyös tulajdonságainak ötvözése-növelése, illetve a robbanóanyag felhasználásának gazdaságossá tétele volt, annak eredeti tulajdonságainak jelentős megváltozása nélkül.

A fejlesztések célja lehet a robbanási energia és hőmérséklet növelése<sup>2</sup> vagy a kezelhetőség javítása, például a képlékenyítő anyagok segítségével a plasztikus robbanóanyagok esetén.

Példaként tekinthetjük, amikor az első világháború idején a legtöbb bomba és tüzérségi lőszer töltésére amatolt<sup>3</sup> használtak, mivel a TNT<sup>4</sup> előállítása túlságosan drága volt, továbbá a termelés nem tudta követni a megnövekedett harctéri igényeket. Ezért a TNT-t ammónium-nitráttal keverték, ezzel érve el gazdaságosabb felhasználást. [1]. A torpexet<sup>5</sup> a torpedókban használt TNT–RDX<sup>6</sup> robbanóerejének növelésére tervezték, hogy az a víz alatt is megtartsa brizanciáját. [2] [3]

Az említett két anyag már napjainkban nem használt, de egyéb többkomponensű robbanóanyagok továbbra is elterjedtek, használatban vannak. Ezek a teljesség igénye nélkül pl.: kompozit–B; pentolit; októl, ciklotól. Ezek legfőbb alkotóelemei továbbra is a hexogén (RDX), az oktogén (HMX), a trotil (TNT) és a nitropenta (PETN).

Folyamatosan bővül azon további vegyületek sora is, amelyek robbanóanyagként felhasználásra kerülnek, és jó eséllyel szorítják majd

---

<sup>2</sup> Például: fémporok.

<sup>3</sup> Amatol: 50–50% ammónsalétrom és trotil.

<sup>4</sup> TNT – trinitrotoluol, trotil.

<sup>5</sup> Torpex: hexogént, TNT-t és alumíniumot tartalmazó robbanóanyag.

<sup>6</sup> RDX – hexogén.

ki a fenti robbanóanyagokat, ahogy azok tették korábban a feketelőporral vagy akár a dinamittal. Néhány példa a legújabbak közül:

- 3-nitro-1,2,4-triazol-5-one (NTO);
- dihidroxilammónium 5,5'-bisztetrazol-1,1'-diolát (TKX–50);
- 2,4,6,8,10,12-hexanitro-2,4,6,8,10,12-hexaazaisowurtzitán (CL–20);
- 1,1'-(1,2-eténdiyl)bisz(2,4,6-trinitrobenzol) (HNS);
- 2,4,6-triamino-1,3,5- trinitrobenzol (TATB);
- 1,1-diamino 2,2-dinitro etilén (DADNE vagy FOX–7);
- guanilurea-dinitramid (GUDN vagy FOX–12);
- 1,3,3-trinitroazetidín (TNAZ).

A legújabb kémiai fejlesztésekről és irányokról Prof. Dr. Thomas Klapötke szakirodalmában található átfogóbb ismertetést. [4] A katonai gyakorlatban alkalmazott új, korszerű robbanóanyagokkal foglalkozik Kovács Zoltán cikke. [41]

Fontosnak tartom megjegyezni, hogy ezek a robbanóanyagok mind a katonai, mind a polgári robbantástechnika területén, szinte teljes mértékben speciális célokra kerülnek alkalmazásra. Ilyen speciális civil alkalmazási területek: a mélytengeri és a szeizmikus robbantások, az űrtechnológia és a szénhidrogén ipari perforátor technika.

Ahogy látható a klasszikus értelemben vett robbanóanyag-keverékek kora és fejlesztése leáldozóban van, helyettük önmagukban is kezelésbiztos, jól indítható új robbanóanyagok jelennek meg. Kutatási területem az ilyen robbanóanyagok fejlesztésének vizsgálata, alkalmazási lehetőségeik, előnyeik feltárása. A tanulmány az ezzel kapcsolatos eredményekről tartalmaz rövid összefoglalást.

## **Többkomponensű, bináris és kompozit robbanóanyagok értelmezése**

A magyar, de még a külföldi szakirodalmakat is olvasva a „többkomponensű”, a „bináris” és a „kompozit” szavak robbanóanyag vonatkozásban csak elvétve fordulnak elő. Ami azonos mindegyik így jelölt robbanóanyagban, hogy minimum kettő, eltérő tulajdonságú összetevőből

állnak. Mivel ennek a fogalmi meghatározásnak megfelelnek az ammónium-nitrát és dízelolaj-keverékek is, emellett fontos szempont, hogy a bináris robbanóanyagokat minden esetben a helyszínen, keveréssel állítják össze; ezek az anyagok gyutacsérzékenyek, és erősségük (brizanciájuk) meghaladja a TNT-jét.

A robbanóanyagot alkotó több komponenst értelmezhetjük tágabb (teoretikus) és szűkebb (gyakorlati) értelemben is. Tágabb értelemben minden környezeti vagy fizikai paramétert vehetünk egy komponensnek, hiszen az jelentős befolyással lehet a robbanóanyag teljesítményére, illetve tulajdonképpen a robbanás során lezajló kémiai reakcióra.

*Tágabb (teoretikus) komponensek lehetnek:*

- hőmérséklet (robbanóanyag hőmérséklete, környezeti hőmérséklet);
- a robbanóanyag átmérője (kritikus átmérő; határátmérő);
- a robbanóanyag közvetlen környezete, beszorítottsága (szabadon vagy fémcsőben, kőzetben fúrt lyukban);
- az iniciálás módja (gyutacs; booster);
- az iniciálás ereje (égés - deflagráció - detonáció);
- a robbanóanyag halmazállapota (gáz, folyadék, szilárd).

*Szűkebb (gyakorlati értelemben vett) komponensek:*

- inert anyagok (fémpor, kötőanyag, térfogatnövelő, érzékenyítő, érzéketlenítő stb.);
- valamilyen robbanóanyag.

A fenti, tágabb megközelítés alapján, ha a robbanóanyagoktól független tényezőket is nézzük, akkor minden robbanóképes vegyület többkomponensű, mert a robbanás eredménye erősen függ a külső feltételektől. Azonban a szűkebb megközelítés az, amely most a tanulmány tárgyát képezi.

A bináris robbanóanyag vagy kétkomponensű robbanóanyag fogalma a magyar szakirodalomban kevésbé ismert. Az elnevezés amerikai eredetű, és leginkább Gerald L. Hurst nevéhez köthető, aki két összetevőből álló robbanóanyag-keverék (KINEPAK) esetén említi azt. [5] Európában, bár nem ilyen összetevőkkel, de többkomponensű

robbanóanyagok már ismertek voltak egészen 1871-től, amikor is Hermann Johann Philipp Sprengel [6] szabadalmaztatta robbanóanyagkeverékeit, amelyeket ma Sprengel-robbanóanyagoknak hívnak felfedezőjük után. Ezek erős oxidálószeres és éghető anyag keverékei, amely alapfelfedezése az ANDO<sup>7</sup> robbanóanyag is.

A kompozit robbanóanyag tulajdonképpen az előbbi kettő újrafogalmazása, csak rugalmasabban kezelve a kérdést, mivel egyaránt értik oxidálószer és éghető anyag keverékére (ANDO) [7], valamint robbanóanyag-keverékekre is (RDX+Al vagy TNT+ Nitroguanidin) [8] [9] [10]. Letisztított megfogalmazásban: a kristályos oxidálószeres nitrát észterekkel keverve heterogén fizikai szerkezetű kompozit robbanóanyagokat eredményeznek, melyek energiasűrűsége nagyobb, mint a homogén robbanóanyagoké. [3] Hazánkban ennek csekély irodalma van, [11] [12] gyakorlati alkalmazására pedig nem került sor. A kérdéssel ezen kívül bővebb információkkal Lukács László tanulmánya szolgál [40. p. 246–250.]

## Többkomponensű robbanóanyagok alkotóelemei

A többkomponensű robbanóanyagok összetevőinek bemutatásánál nem a szekunder (brizáns) robbanóanyagokat tárgyalom, hanem azokat a vegyületeket, amelyek önmagukban nem robbanásképesek.

### **Oxidálószeres**

- *Ammónium-nitrát (AN)*  
Továbbra is az egyik legfontosabb alapanyag. Korlátlan mennyiségben és formában gazdaságosan előállítható oxidálószer, amely teljes kiváltására az ipari robbantástechnika területén még sokáig kell várni.  
Felhasználják szilárd és folyadék fázisban is. Az emulziós robbanóanyagok oxidálószeres. Az amerikai Kinopak-keverék [13] egyik alapanyaga.
- *Kalcium-nitrát (CN)*  
Önmagában nem használják, azonban fontos adalékszer, mivel az AN-tal eutektikumot képez, és ez által alacsonyabb hőmérsékleten kristályosodik ki az ammónium-nitrát, mint CN nélkül. [14]

---

<sup>7</sup> Ammónium-nitrát és dízelolaj keverékéből álló robbanóanyag.

- *Nátrium Nitrát (NN)*  
Szintén adalékként használják, mivel javítja a robbanóanyag iniciálhatóságát, így csökkenti a kritikus átmérőt. [14] A legfontosabb szerepe azonban a kémiai úton történő gázosítás terén van, mivel az AN-tal reakcióba lépve és valamely savval (pl. ecetsav) katalizálva jön létre az érzékenyített emulzió.
- *Metilammónium-nitrát (MAN)*  
Ez a vegyület egyaránt érzékenyítőszer, és oxidálószer is. 20–30%-ban adják az ammónium-nitrát mellé az emulziókhoz, növelve ezzel azok brizanciáját, valamint stabil indítást és gyuta-csérzékenységet eredményez. Elsősorban töltényezett robbanóanyagok, például a Tovex, és Riogel tartalmazza.
- *Hidrogén-peroxid (HP)*  
Mint úrhajózáshoz használt oxidálószer, évtizedek óta használatos, [15] azonban a robbantástechnikában még csak kísérleti fázisban lévő keverékek alkotóeleme. Az AN kiváltása lenne a cél vele, mivel a robbantásokból visszamaradó nitrát jelentős vízszennyező forrás, [16] valamint a keletkező nitrózus gázok jelentős légszennyezők, főleg földalatti bányatárségekben. [17] Azonban fontos hangsúlyozni, hogy a HP nagyfokú reakció-készsége miatt teljesen új jellegű problémákat szül, amelyeket a termék tanúsítás során figyelembe kell venni. Ez az elterjedt használatát is gátolja.

Összegezve elmondható, hogy a többkomponensű robbanóanyagok előállításakor az ammónium-nitrát mellett legnagyobb mennyiségben kalcium- és nátrium-nitrátot használnak, [18] azonban kálium- és magnézium-nitrát is előfordul keverékekben, de ezek jelentősége nem közelíti meg a CN és NN szintjét.

### **Éghető anyagok**

Az alkotóelemek másik jelentős csoportjába azok az éghető anyagok tartoznak, amelyek az iniciálás hatására a robbanóanyagban található oxidáló anyaggal reakcióba lépve a tényleges robbanási hatást fejtik ki. Ezek az alábbiak lehetnek:

- *Olajok, viaszok*  
Az ANDO-keverékekben a gázolajat, az emulziókban leginkább a nafténos olajokat használják [19] nagyfokú stabilitásuk és kémiai ellenállóképességük miatt. Egyéb olajként kőolajipari



melléktermékek kerülhetnek még felhasználásra, mint a különböző alacsony olvadáspontú viaszok és folyékony viaszok, azaz paraffinolajok.

- *Fémporok*

Éghető anyagként jelentős csoportot képeznek a fémporok, ezen belül is szinte kizárólagosan az alumínium (Al). [1] A robbanás hőmérsékletét emelik, azonban a detonációsebességet csökkentik. Szemcsézettségétől függően érzékenyítő, indíthatóságjavító tulajdonsága is lehet. Összeférhetőségét minden esetben vizsgálni kell az adott robbanóanyaggal, mert egyes kombinációk vegyi átalakulást eredményezhetnek, mely jelentősen megváltoztathatja annak alapvető tulajdonságait, legrosszabb esetben jelentősen érzékenyítheti azt.

- *Egyéb anyagok*

Ezek a robbanóanyag egy-egy (speciálisan elvárt) tulajdonságának jobbítására vagy a költséghatékonyság javítására szolgálhatnak. Ilyen egyéb éghető anyagok a teljesség igénye nélkül: a szénpor, a grafit, a karbamid, a polisztirol, a glikol és a glicerin. [14]

### ***Érzékenyítőszer***

Olyan speciális adalékok, amelyek a robbanóanyag indíthatóságát (gyutacsérzékenységet) biztosítják, azaz általuk 8-as erősségű gyutaccsal megbízhatóan iniciálhatóvá válnak.

Célzottan ilyen adalék a forrópont-elméleten [1] alapuló mikro-szféra,<sup>8</sup> amelyet a külföldi szakirodalom mechanikai érzékenyítésnek nevez. Az egyébként nem robbanóképes alapanyagba lég- (gáz-) buborékokat kevernek üveggyöngy formájában, melyek a robbanás során az anyagban terjedő lökeshullám hatására összepréselődve, ún. „forró pontokat” hoznak létre, mellyel plusz energiát szolgáltatva teszik robbanóképpé az alapemulziót. A bekevert üveggyöngy mennyiségével egyben szabályozható az emulziós robbanóanyag iniciálhatósága (gyutacsérzéketlen vagy gyutacs-indítható) és a külső hőmérséklethez való illesztése is (megnövelve a mennyiséget, negatív hőmérsékleti tartományban is működőképpé válik a robbanóanyag). Bővebben lásd [2. p. 36–38.].

---

<sup>8</sup> Angol nyelven: hollow glass spheres vagy glass micro ballons (GMB).

Ezzel szemben a kémiai érzékenyítés során az AN és NN között a robbanóanyagban reakciótermékként létrejövő mikroszkopikus gázbuborékokkal érik el a fenti hatást. [20]

A mikroszférák alapanyagukat tekintve készülhetnek üvegből és műanyagból is. Alacsony sűrűségű ANDO esetén használnak EPS<sup>9</sup> golyócskákat is érzékenyítés céljából, ahol egyúttal a térfogatsűrűség csökkentését is ezzel oldják meg. [21] Ezen kívül még használnak költséghatékonyságból perlitet is. [22]

A továbbiakban a fent említett KINEPAK és KINEPAK-hoz hasonló kétkomponensű, AN-ot és nitroparaffint tartalmazó, közvetlen felhasználás előtt előállított (helyszínen bekevert) robbanóanyagokat mutatjuk be.

## **A bináris robbanóanyagok felhasználási területei**

### ***Amerikai civil és katonai alkalmazásuk***

A bináris robbanóanyagokat elsősorban az Amerikai Egyesült Államokban használják, többségében katonai jellegű robbantási feladatokra. Ezek jellemzően tűzszerészfeladatok voltak [23] az USA különböző külföldi katonai bázisai közelében.

Az ok, amely miatt egyre nagyobb jelentőséggel bírnak ezek a robbanóanyagok, az olcsó alapanyagköltség, továbbá a biztonságos közúti és légiszállítás. [24] Az 1980-as évek óta tartó használatuk mind a civil, mind a katonai területen bizonyította, hogy valóban biztonságosan és megbízhatóan használhatók ezek a robbanóanyagok. A robbanóanyag brizanciája alkalmassá teszi őket arra is, hogy a robbanószerkezeteket robbantással megsemmisítse, így a tűzszerészek is sok helyen alkalmazzák őket a világban. [25] [26]

Civil területen a következő feladatokhoz használják: tuskórobbantás, batározás,<sup>10</sup> nyomvonaltisztítás, területrendezés. Alapvetően jellemző ezekre a feladatokra, hogy nem napi szintűek, nem tervezhetőek előre, [27] ugyanakkor a robbanóanyag-igényük jellemzően nem nagy, általában csak néhány kilogramm. [28]

---

<sup>9</sup> Expandált polisztirol.

<sup>10</sup> Nagy kőtömbök robbantással történő darabolása.

## ***Katonai és rendvédelmi alkalmazási lehetőségek a Magyar Honvédség keretein belül***

A katonai felhasználás lehetőségét nagyban meghatározza, hogy a katonai robbanóanyagoknak különleges elvárásoknak kell megfelelniük [2. p. 27–28.]. Ezek az elvárások harmóniában vannak a háborús viszonyokkal és egyéb felhasználási körülményekkel, azonban van néhány olyan eset, amikor ezeknek az elvárásoknak nincsen létjogosultsága. Hibásnak nevezhető az az elgondolás, hogy a kiképzési feladatokra békében alkalmasak a jóval olcsóbb ipari robbanóanyagok, hiszen a kiképzés lényege, hogy a valós felhasználás körülményeire készítse fel a résztvevőket.

Érdekes lehet megvizsgálni azonban a bináris robbanóanyagok tüzszerész területen történő alkalmazásának lehetőségeit. Hazánkban a Magyar Honvédség katonái ezt a munkát közszolgálati feladatként végzik, [29] mely a feladat súlyától függetlenül nem feltétlenül követeli meg a robbanóanyagok ilyen magas követelményű változatait. Mivel a tevékenység kifejezetten nagy terhelést jelent a szakembereknek, melyet egyes napjainkban zajló környezeti események tovább növelhetnek, [30] azt feltételezem, hogy az alkalmazott robbanóanyagok felhasználási igénye növekedhet. A felhasználás volumene és üteme megnyithatja az alkalmazási lehetőséget a bináris robbanóanyagok előtt. Ez több előnyt is hordozhat. Mivel a Magyar Honvédség tüzszerészei az ország minden részében végeznek hatástalanítást, [31] valószínűsítem, hogy egy olyan biztonságosan szállítható bináris robbanóanyag bevezetése lehet az egyik legjobb megoldás, mely a helyszínen keverhető, összekeverésig pedig ártalmatlan, tehát önmagukban nem robbanásképesek a komponensei. Ez új szintre emelheti a szállítási biztonságot.

A tüzszeréskatonák és -rendőrök feladataik során felhasználhatnak különböző kumulatív tölteteket is, melyekkel precíziós robbantási feladatokat kell végrehajtaniuk akár fel nem robbant lőszer, bombák, akár egyéb különleges töltetű robbanótesteket hatástalanításakor. [32] A tüzszerészek és egy tüzszerészcsoport parancsnokának a felkészítése nagyon hosszú folyamat, [33] melybe véleményem szerint beilleszthető lehet akár egy folyékony, több komponensű robbanóanyag alkalmazásának ismeretanyaga. A helyszínen bekeverhető bináris robbanóanyaggal feltölthetőek lehetnek egyes előregyártott műanyag töltettestek (akár kumulatív, akár hasáb alakú), melyeket az adott feladathoz választhat ki az alkalmazó.

Ezen lehetőségek mentén azt feltételezem, hogy mind a Rendőrség, mind a Magyar Honvédség tüzszerészei számára alkalmas lehet egy ilyen speciális robbanóanyag a tüzszerészfeladatok végzésének több területén. [34]

A robbanótestek bináris robbanóanyaggal történő helyszíni töltésének lehetősége nyilvánvalóan csökkentheti a szállítás, ideértve a légi-szállítás költségeit, és növelheti azok biztonságát. Ebben a vonatkozásban a ballisztikusan alkalmazott, tehát kilőtt eszközök nem jöhetnek számításba. Folyadéktöltet alkalmazását kizárólag telepített robbanótestek, például aknák esetében látom megvalósíthatónak, de ennek kialakítása komoly mérnöki munkát igényel. Az Amerikai Védelmi Minisztérium tüzszerész mentesítési programjában többfajta bináris és hasonlóan speciális alkalmazású robbanóanyagot használnak sikeresen. [25]

Összegezve kijelenthető, hogy a fegyveres testületek robbantási tevékenységeinek vannak olyan részterületei, ahol mérlegelni lehet az ilyen bináris robbanóanyagok alkalmazását. Ezek a részterületek specifikusak, és egyébként is nagy szakértelmet kívánnak, tehát a potenciális felhasználók jó alappal rendelkeznek egy modern robbanóanyag alkalmazásához.

### ***Bányászati felhasználás***

Napjainkban a megnövekedett építőipari igények pozitív hatással vannak a külszíni bányászat által megtermelt nyersanyagok iránti keresletre. Ezek kinyerése sok esetben munkagépekkel végezhető (pl.: homok), de például a mészkő vagy a bazalt csak robbantással termelhető ki gazdaságosan. Ehhez viszont a robbanóanyagot előállító üzemből el kell juttatni a felhasználás helyére ezt a speciális „munkaeszközt”.

A robbanóanyagok közúti szállítása összetett feladat, amely egyaránt támaszt kritériumokat a végrehajtó személyzettel és a szállító járművel kapcsolatban. Mivel a bányavállalat munkája során egy-egy robbantási feladathoz különböző mennyiségű robbanóanyag felhasználása szükséges, ezért a gyártó vállalattól beérkező robbanóanyag az esetek döntő többségében raktárba kerül, ahonnan az adott feladathoz szükséges mennyiség kerül kiszállításra a bányaterületre. A robbanóanyag raktározása, a raktárak őrzés-védelmének megszervezése viszont szintén jogszabályban rögzített előírások szerint történik, és jelentős költségvonzatai vannak.

A bányáknak költséghatékony művelése szempontjából teljesen logikus megoldásnak kínálkozna, ha a robbanóanyag szállítási és tárolási költségeit valamilyen módon csökkenteni lehetne. A skandináv országokban évtizedek óta használatban vannak, hazánkban azonban csak az elmúlt 5–10 évben jelentek meg a robbanóanyagokat a helyszínen bekeverni képes speciális járművek, az ún. MEMU<sup>11</sup>-k. Ezek a rakfelületükön külön-külön tárolórekeszekben elhelyezett (önmagukban nem robbanásveszélyes, így nem is robbanóanyagként tárolandó és szállítandó) alkotóelemekből a robbantás helyszínén, közvetlenül a fúrólukba töltés előtt állítanak elő robbanóanyagot. Ez lehet ANDO vagy emulziós robbanóanyag is vagy a kettő keveréke, az ún: nehéz ANDO.

Magyarországi viszonylatban a külszíni bányaművelés során kerül a legnagyobb mennyiségű robbanóanyag felhasználásra. Ezekben a kőbányákban a robbanóanyag-szállításra 30%, a robbantásra kb. 11% költségmegoszlás jut. [35] Egy olyan bányüzemben, ahol több 10 tonna robbanóanyagot használnak fel egy-egy robbantáshoz, ráadásul heti rendszerességgel, ott a költségmegtakarítás kritikus tényező. A skandináv országokban, valamint Ausztráliában, az Amerikai Egyesült Államokban és Oroszországban évtizedek óta használnak robbanóanyag keverő-töltő kocsikat a szállítási költségek csökkentése céljából.

A robbanóanyag keverő-töltő gépjármű tulajdonképpen egy mobil robbanóanyag gyártó-keverő üzem, amelynek különböző tartályai tartalmazzák a robbanóanyag előállításához szükséges nem robbanó, korábban bemutatott alapanyagokat.

A robbanóanyag közvetlenül a robbantás helyszínén kerül előállításra (bekeverésre) a fúrólukba töltés közben, illetve közvetlenül előtte. [36]

Külszíni robbantás esetén felhasználnak még erősítőtölteteket a fúrólukba töltött robbanóanyag indítására. Ezek általában trotilból vagy nitropentából állnak, de felhasználnak érzékenyített gyári robbanóanyag-töltényeket is. Ezek kiváltására ugyancsak alkalmasak lehetnek a bináris robbanóanyagból készült indítótöltetek. Így a robbantás helyszínén az egyedüli önmagában is robbanásra képes termék kizárólag a gyutacs, melynek szállítása már közel sem olyan körülményes, mint a több tonna robbanóanyagé.

---

<sup>11</sup> Mobile Explosive Mixing Unit: helyszíni robbanóanyag-keverő egység.

## Előnyök és hátrányok

Minden robbanóanyag esetén beszélhetünk előnyös és hátrányos tulajdonságokról. Előny, amely alapján az adott feladatkörre alkalmas és hátrány, amely miatt az alkalmazása kockázatos vagy több odafigyelést igényel. Azonban ez nem általánosítható, mert ami az egyik feladat esetében hátrányos, az a másik esetén közel sem biztosan az, illetve fordítva. Példaként az alábbi táblázatban bemutatunk egyféle értékelést.

### ELŐNYÖK ÉS HÁTRÁNYOK<sup>12</sup>

1. számú táblázat

Definíció	Előny		Hátrány	
	Kritérium	Példa	Kritérium	Példa
Indíthatóság	Gyutacsérzékeny	PETN, PLASZTIKUS	Nem gyutacsérzékeny	TATB
Kritikus átmérő Detonációsebesség	Kis átmérőben is stabil detonáció sebesség	HMX, PLASZTIKUS	Nem stabil detonációsebesség	ANFO
Toxikuság	Kevésbé mérgező	ANDO	Mérgező, rákkeltő	Tetril, RDX, NM
Kezelésbiztonság	Kezelésbiztos	EMU, PLASZTIKUS	Érzékeny	NG
Szavatossági idő	Hosszabb szavatossági idő	RDX, PLASZTIKUS	Rövid szavatossági idő	EMU, NG
Költség	Olcsó előállítás	TNT	Drága előállítás	FOX-7
Hőállóság	Termikus stabilitás	RDX, HMX	Érzékeny a hőterhelésre	PRI-MER

Minél több, a táblázatban felsorolt előnyös tulajdonságot ötvöz egy robbanóanyag, annál szélesebb körben nyerhet alkalmazást. Például a plasztikus robbanóanyagok elterjedését kedvezően befolyásolta, hogy kezelésbiztos, nagy hatóerőjű, olcsón előállítható. Elterjedésük

<sup>12</sup> Szerkesztette a szerző

véget vetett a katonaságnál a TNT hegemoniájának. Hasonló váltásnak lehetünk tanúi a civil robbanóanyagok területén, ahol az emulziós termékek tulajdonképpen teljesen kiszorították a különös odafigyelést igénylő nitroglicerines (dinamit típusú) robbanóanyagokat.

A fenti táblázatot akár több száz oszlopra és sorra lehetne tagolni attól függően, hogy milyen alkalmazási területről beszélünk. Mások az igények egy nagy fűrőlyukas külszíni mészkőbányánál, egy földalatti szénbányában vagy egy tűzszerészfeladatnál. Nem szükséges és nem is lehet olyan robbanóanyag-keveréket készíteni, amely alkalmas minden feladat ellátására. De egyértelműen előnyt jelent, ha az adott robbanóanyag, illetve keverék használata biztonságos, gyutacsérzékeny, szállítása, használata nem bonyolult, és kellő munkavégző képességgel rendelkezik.

A kétkomponensű robbanóanyagok e feltételeknek megfelelnek, és használatuk a speciális robbantási területeken bizonyosan el fog terjedni a könnyű kezelhetőségük, tervezhetőségük, biztonságos, költséghatékonyabb szállításuk és tárolásuk miatt.

Hátrányuk a magasabb bekerülési költség, valamint az, hogy még szakmai körökben is kevéssé ismertek. Katonai felhasználásuknál a 10 éves tárolási ciklus biztosíthatósága kérdéses, illetve ez még további kutatásokat igényel.

## **Európai jogi státusz**

Az európai jogrendből a bináris robbanóanyag - mind a direktívát, mind a szabványokat tekintve - teljes mértékben kimaradt. Ennek oka onnan ered, hogy az első szabadalmi bejegyzése és a termék hőskora, illetve elterjedése az Amerikai Egyesült Államokban a '80-as, '90-es évekre tehető. Ekkor Európában még számtalan robbanóanyag-gyár üzemelt, és a piac telített volt minden gyártmánnyal mind a katonai, mind az ipari robbanóanyagok terén. Európában a nagy távolságok jelentette tengerentúli sajátosság sem létezett, amely indokoltá tette volna ezeknek a robbanóanyagoknak a használatát.

Napjainkban a gyártott bináris robbanóanyagok egyik legnagyobb felhasználója az Amerikai Egyesült Államok hadserege, melynek jelentős számú külföldi missziója megköveteli a gazdaságosan és biztonságosan szállítható, olcsó robbanóanyagot. Így történt meg, hogy ez a robbanóanyag-típus nem jelent meg a köztudatban, a tudományos

életben, holott a jelenkori speciális felhasználási területeken már kontinensünkön is lenne létjogosultsága, azonban rendszerbe illesztése éppen emiatt körülményes és meglehetősen bürokratikus folyamat lesz. Ehhez kapcsolódóan a vizsgálati-értékelési folyamatokat a szakirányú szabványosítási munkacsoportoknak ki kell dolgoznia, hogy azok bekerüljenek a harmonizált szabványokba.

Sajátságos a megközelítése a polgári felhasználású robbanóanyagok forgalmazására és ellenőrzésére vonatkozó irányelv [37] szerint is, ahol a gyártó „bármely természetes vagy jogi személy, aki robbanóanyagot gyárt, vagy aki robbanóanyagot tervezet vagy gyártat, és saját neve vagy védjegye alatt forgalmaz vagy saját célra használ”. [30] Ez alapján, mivel a robbanóanyag a helyszínen kerül előállításra, a végfelhasználó gyártói szerepkörbe lép. Elméleti szempontból gyártói engedélyezési folyamaton kellene átesnie minden végfelhasználónak, azonban ez gyakorlatilag megvalósíthatatlan. Arra való tekintettel, hogy a végfelhasználó robbanóanyagot kezel-használ, ez pedig a hazánkban hatályos ARBSZ<sup>13</sup> szerint engedélyköteles tevékenység, így külön engedélyezésre vagy bejelentésre nem lesz szükség.

A másik probléma, hogy a bináris robbanóanyagok alkotóelemeinek többsége ún. prekursor,<sup>14</sup> [38] így azok engedélybejelentés és nyomkövetés hatálya alá tartoznak. Ez inkább a robbanóanyagot előállító gyártótevékenységére lesz hatással, mivel a végtermékre - attól függetlenül, hogy több, nem az ADR 1-es osztályába tartozó komponensből áll - a nyomon követhetőségről szóló irányelv [39] kötelező érvényű lesz rá.

## Összefoglalás

A robbanóanyagok történelmére visszatekintve látható, hogy egy-egy vegyület kifejlesztése és annak mindennapi használatba vétele között olykor jelentős idő telik el. Ha az utolsó 100 évet vesszük alapul, akkor egy olyan egyszerű robbanóanyag, mint az ANDO, nagyon sok változáson ment keresztül. Ha az emulziós robbanóanyagok múltját vesszük alapul, ott a fejlődés még mindig töretlenül folyik, az újabb irányzatok pedig már arra törekednek, hogy az ammónium-nitrátot,

---

<sup>13</sup> Általános Robbantási Biztonsági Szabályzat, 13/2010. (III. 4.) KHEM rendelet az Általános Robbantási Biztonsági Szabályzatról.

<sup>14</sup> A robbanóanyag-prekursorok olyan vegyi anyagok, amelyek törvényes célokra felhasználhatók, de vissza lehet élni velük robbanóanyagok előállítása céljából.



mint összetevőt teljesen elhagyják. Ez 10 éve még futurisztikusnak tűnt volna, de egyértelműen látszik, hogy a brizáns robbanóanyagok (RDX, TNT) kezdenek eltűnni a civil robbantástechnikából, és helyüket biztonságos, kevésbé érzékeny robbanóanyagok veszik át. Olyan újabb módszerek, keverékek jelennek meg, amelyekkel csökkenthetők a környezeti terhelések, és a robbantási munkákhoz szinte helyszínrre szabott megoldásokat választhatunk.

A kétkomponensű robbanóanyagok ezek közé az új generációs robbanóanyagok közé tartoznak, amelyek biztonságosabb felhasználást tesznek lehetővé a brizancia megtartása mellett. Ezek az új technikák magukkal hozzák a változás szelét, amely olyan új szakembereket kíván, akik képesek megtanulni, alkalmazni és implementálni ezeket a technikákat a régi robbanóanyag típusok helyett.

## Irodalomjegyzék

- [1] Akhavan, J., 2004: The Chemistry of Explosives. RSC Paperbacks, The Royal Society of Chemistry. p.8, p.143.
- [2] Lukács László, 2017: Szemelvények a magyar robbantástechnika fejlődéstörténetéből, különös tekintettel a továbbfejlesztés várható irányaira és a kor új kihívásaira. Dialóg Campus Kiadó, Budapest. p. 42, p. 301.
- [3] Kubota, P. D. N., 2015: Propellants and Explosives, Thermochemical Aspects of Combustion, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.
- [4] Klapötke, T. M., 2017: Chemistry of High Energy Materials. Berlin, De Gruyter, pp. 11–41.
- [5] Corp, K. 16 04 1974: Method of activating ammonium nitrate prills for explosives. USA Szabadalom száma: US3804929.
- [6] Messel, R. 1907: Hermann Johann Philipp Sprengel. Journal of the Chemical Society, pp. 661–663.
- [7] Kent, P. James, A. 1992: Riegel's Handbook of Industrial Chemistry. New York, Van Nostrand Reinhold, p. 1190.
- [8] Gordon, W. E., 1965: Detonation limits in composite explosives.
- [9] Volk, F.1986: Detonation gases and residues of composite explosives, Journal of Energetic Materials, 4:1–4, pp. 93–113. DOI: 10.1080/07370658608011335

- [10] Lotfi Maiz, W. A. T., 2016: Detonation and combustion of new heterogeneous composite explosives containing aluminum particles.
- [11] Czapek Béla, 1977: Új robbanóanyagok az építés szolgálatában. Haditechnikai Szemle 1977. 3. szám, pp. 84–88.
- [12] Bruce, J. 1970: Az Astrolite robbanóanyagok. Haditechnikai Szemle 1970. 1. szám, pp. 35–36. (az Ordnance 1969. május-júniusi számban megjelent cikk alapján készült fordítás)
- [13] Yinon, J., 2007: Counterterrorist Detection Techniques of Explosives. Israel, Weizmann Institute of Science, p. 427.
- [14] Mahadevan, E. G., 2013: Ammonium Nitrate Explosives for Civil Applications. Wiley-VCH Verlag & Co. p. 62.
- [15] Grzegorz Rarata, J. S., 2016: Explosives based on hydrogen peroxide - A historical review and novel applications. Materiały Wysokoenergetyczne / High-Energetic Materials, pp. 56–62.
- [16] Halme, T., 2019: Development of nitrogen free environmentally friendly blasting explosive. in EFEE.
- [17] Bailey, V., 2017: Characterisation of hydrogen peroxide based explosives and ventilation modelling to quantify re-entry times in underground development blasting, Australia: University Of Queensland.
- [18] Thurman, J. T., 2017: Practical Bomb Scene Investigation. CRC Press, p. 61.
- [19] <https://www.nynas.com/en/product-areas/process-oils/application-areas/industrial-explosives/>, Nynas, [Online]. (2020.12.15.)
- [20] Begg, A. H., 2008: Hazards in Emulsion Explosives Manufacture and Handling. SAFEX Topical Papers, Paper No. 05/2008.
- [21] Škrlec, V., Bohanek, V., Dobrilović, M., 2013: Velocity of Detonation of Low Density ANFO Mixture. Institute of Energetic Materials, Pardubice.
- [22] Wang, F., Ma, H., Shen, Z., 2017: Explosion Performance of High-Temperature Degraded Emulsion Explosives. Propellants, Pyrotechnics, Explosives. 42. pp. 1325–1332.
- [23] Dubé, P., 2004: Study of the Environmental Impacts of the Blow-in-Place Procedure of Various Explosives. Munitions and Charges. Defence R&D Canada-Valcartier.

- [24] Anderson, C.J., Bauer, A.W. 2001: FIXOR: A New Approach to Neutralizing Landmines and UXO. Journal of Mine Action. Vol. 5. Iss. 2, Article 32.
- [25] I. f. D. Analyses, 2005: Operational Evaluation Test of Mine Neutralization Systems, Humanitarian Demining Research and Development Program Night Vision and Electronic Sensors Directorate.
- [26] Daruka Norbert, 2010: A robbanóeszközök megsemmisítésének lehetőségei a tűzszerész feladatok tekintetében. HADITECHNIKA 2010. VI. Nemzetközi Haditechnikai Szimpózium 2010. május 6–7. Budapest (megjelent a konferencia kiadvány CD-n)
- [27] Fletcher, L. R., D'Andrea, D.V., Dick, R. A., 1983: Explosives and Blasting Procedures Manual. US Department of Interior.
- [28] Walter, E. J., Konya, C. J., 1991: Rock blasting and overbreak control. US. DOT, Federal Highway Administration.
- [29] Ember István, 2020: A lőszermentesítés szerepe az építőiparban, Építőanyag. 72 évf. 2. szám. pp. 59–63. DOI: 10.14382/epitoanyag-jsbcm.2020.9
- [30] Ember István, 2019: A dunai alacsony vízállások tűzszerész tapasztalatai 2018-ban. Műszaki Katonai Közlöny. 29évf. 3szám. pp. 65–77. DOI: 10.32562/mkk.2019.3.5
- [31] Ember István, 2020: Gránátok és bombák – Mit tegyünk robbanásveszély esetén? XIII. Kő- és Kavicsbányász Napok konferencia kiadvány. Budapest. ISBN: 9786155831164
- [32] Ember István, 2016: Alternatíva a tűzszerész szakfeladatok során alkalmazható kumulatív töltetekre. Seregszemle. 14. évf. 3–4 szám. pp. 50–63. ISSN: 2060-3924
- [33] Ember István, 2020: Lehetőségek a tűzszerész-szakkiképzés fejlesztésére. Műszaki Katonai Közlöny 30 évf. 1 szám. pp. 99–110. DOI: 10.32562/mkk.2020.1.7
- [34] Ember István, 2020: A tűzszerész-szakkiképzés rendszerének fejlesztése felderítőtűzszerész-felkészítés kialakításával. Honvédségi Szemle. 148 évf. 1 szám. pp. 66–77. DOI: 10.35926/HSZ.2020.1.5
- [35] Földesi János, Földesi Tamás, Földesi Lóránd, 2015: Korszerű robbantástechnikai termékek és eszközök használatának műszaki és gazdasági előnyei, Kő és Kavicsbányászati konferencia, Velence.

- [36] Kugyela Lóránd, 2019: Robbanóanyag keverő-töltő gépkocsik alkalmazásának előnyei a robbanóanyagok közötti szállításának szemszögéből. *Katonai Logisztika*. 2019 év 3 szám. pp. 162–177. DOI: 10.30583/2019/3/162
- [37] Az Európai Parlament és a Tanács 2014/28/EU Irányelve, 2014.
- [38] Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2019/1148 Rendelete (2019. június 20.) a robbanóanyag-prekurzorok forgalmazásáról és felhasználásáról, az 1907/2006/EK rendelet módosításáról, valamint a 98/2013/EU rendelet hatályon kívül helyezéséről.
- [39] A Bizottság 2008/43/EK Irányelve a polgári felhasználású robbanóanyagok azonosítási és nyomon követhetőségi rendszerének a 93/15/EGK tanácsi irányelv értelmében történő létrehozásáról.
- [40] Lukács László: Robbantástechnika a hazai katonai szakfolyóiratokban 1945-1990. között I. rész - Robbanóanyagok és iniciálások, *Katonai Logisztika*, 2020. 3. szám, pp. 241–277.  
<https://doi.org/10.30583/2020.3.241>
- [41] Kovács Zoltán: Robbanóanyagok a katonai gyakorlatban, *Robbantástechnika 2008*. A „Fúrás-robbantástechnika 2008” nemzetközi konferencia (Vác, 2008. 09. 16–18.) előadás kötete, *A Magyar Robbantástechnikai Egyesület periodikája*, HU ISSN 1788–5671 pp. 43–47.

Rémai Dániel<sup>1</sup>

## MADE IN ISRAEL, AVAGY HADIIPARI ÉS LOGISZTIKAI SAJÁTOSÁGOK AZ IZRAELI VÉDELMI ERŐKBEN

<https://doi.org/10.30583/2020.4.076>

### **Absztrakt**

*A logisztika, és ezen belül az utánpótlás biztosításának kérdése már Izrael Állam megalakulása előtt komoly kihívást jelentett az Izraeli Védelmi Erők elődszervezeteinek. Az 1948-ban létrejövő állam fegyveres erejének kiemelt célja volt, hogy együttműködve a nemzeti iparral, minél inkább függetlenítse magát az importtól. Célom, hogy áttekintsem az izraeli hadiipar és védelmi gazdálkodás történeti fejlődését, eredményeit és azokat a változókat, amelyek ezt alapvetően meghatározzák és meghatározták a múltban. Ezen információk segítségével arra a kérdésre keresem a választ, hogy a modern izraeli hadiipar tényleg képes volt-e kialakítani az önellátás alapvető feltételeit vagy továbbra is fennáll az importfüggőség problémája.*

**Kulcsszavak:** importfüggőség, Izrael, Izraeli Védelmi Erők, katonai logisztika, védelmi gazdálkodás, védelmi tervezés

### **Abstract**

*The issue of securing logistics and supplies was a serious challenge to the predecessor organization of the Israeli Defense Forces (IDF) even before the formation of the State of Israel. After 1948, one of the IDF's main goal was to build a strong cooperation with the national industry and to become as independent as possible from imports. My aim is to review the historical development, achievements of the Israeli military industry and defense economy. Furthermore, to show variables which have determined and defined these fields in the past, nowadays and the future. The main question is: has the modern Israeli military industry been able to create all the conditions for self-sufficiency or does the problem of import dependence still exist?*

---

<sup>1</sup> A Nemzeti Közszolgálati Egyetem (NKE) Terrorelhárítási Tanszékének munkatársa; az NKE Hadtudományi Doktori Iskola hallgatója. ORCID-azonosító: 0000-0002-5664-0977

**Keywords:** import dependence, Israel, Israeli Defense Forces, military logistics, defense economy, defense organization and planning

„-Hiszel bennem?  
-Én az utánpótlásban és a logisztikában hiszek.”  
*The Punisher* 1. évad 4. rész<sup>2</sup>

## 1. Témaválasztás indoklása és problémafelvetés

Az amerikai Marvel Filmstúdió által gyártott Punisher című fikciós sorozat főszereplője, Frank Castle – aki a sorozatban Megtorló álnéven harcol a bűnözés ellen – karaktere katonaviselt ember, így pontosan tudja, hogy az utánpótlásnak és a logisztikának kiemelt szerepe van a harcászati, hadműveleti és a stratégiai célok elérésében. Csak a rosszabb filmekben lehetséges, hogy a főszereplő megfelelő előkészítés és az utánpótlás biztosítása nélkül vívja ki a győzelmet, míg a való élet háborús konfliktusaiban a logisztikának kiemelt szerepe van. Montecuccoli már az 1600-as években úgy fogalmazott, hogy a háborúhoz három dolog kell: „pénz, pénz és pénz”.<sup>3</sup> A felhasználható hadianyagok beszerzése, biztosítása, tárolása és eljuttatása a célterületre alapvetően szükséges a hadműveletek tervezéséhez és végrehajtásához, ez viszont komoly anyagai erőforrásokat, biztos és stabil gazdasági feltételeket követel, és szükséges hozzá az ellátási rendszer komplex megszervezése. Ahogy Moshe Kress, az Amerikai Egyesült Államok Hadi-tengerészete által fenntartott kaliforniai Naval Postgraduate School oktatója fogalmaz: „A katonai expedíciók történelmi tapasztalatai Nagy Sándortól az Öböl-háborúig azt tanítják nekünk, hogy a logisztika fontos feladat és a hadviselés elválaszthatatlan része.”<sup>4</sup>

A következőkben egy hagyományos értelemben nem feltétlenül a nagyhatalmak közé sorolt ország, Izrael haderejének, az Izraeli Védelmi Erőknek (IDF) a működését kívánom vizsgálni a katonai logisztika és a katonai gazdálkodás szempontrendszer mentén. Hagyományos értelemben Izrael nem tekinthető nagyhatalomnak, de ha a nagyhatalom definícióját modernebb, kiterjesztett kontextusba helyezzük,

---

<sup>2</sup> *The Punisher*. Marvel Univerzum – 2017-2019.

<sup>3</sup> VLADÁR Tamás: *Raimondo Montecuccoli*. Link: <https://multkor.hu/cikk.php?id=11189> Letöltés dátuma: 2020.01.11.

<sup>4</sup> KRESS, Moshe: *Operational Logistics The Art and Science of Sustaining Military Operations*. Springer, 2016. 13. p.

ez az állítás megdőlni látszik. Az elemzésben röviden kitérek arra, hogy – véleményem szerint – mégis miért lehet helye és szerepe Izraelnek a nagyhatalmak sorában. Ezt követően áttekintem az izraeli gazdaság fejlődését és annak néhány mutatóját, különös tekintettel az import és az importfüggőség kérdéskörére. Az általános gazdasági jellemzők vizsgálatát követően a modern Izrael hadiiparának történetét és fejlődését igyekszem illusztrálni a számok és a 20. század konfliktusainak tükrében. A fejlődési folyamat vizsgálatának utolsó részében napjaink izraeli haderőtervezése kapcsán vizsgálom a katonai költségvetés alakulását és a hadianyagok importját. Az egyes fejezetek szintetizálásából próbálok összefoglaló képet alkotni a modern izraeli hadiipar jellemzőiről.

A katonai logisztika fogalmát a NATO Logisztikai Kézikönyvében lefektetett definíció alapján kívánom vizsgálni, amely szerint a logisztika „a haderő mozgatásának és fenntartásának tervezésével és végrehajtásával foglalkozó tudomány, amelynek célja az erők fenntartása”<sup>5</sup>, és amelynek részét képezi „a tervezés, fejlesztés, beszerzés, tárolás, mozgatás, forgalmazás, az anyagok karbantartása, ártalmatlanítása, a személyzet szállítása, az építés, karbantartás, üzemeltetés, a szolgáltatások beszerzése vagy nyújtása és az orvosi és egészségügyi szolgáltatások támogatása”.<sup>6</sup>

Bár elemzésem egyik fókusza a hadianyagok importfüggőségének vizsgálata, igyekszem kitekinteni a katonai logisztika egyéb elemeire is, például a harctéri egészségügyi ellátás kérdésére, mivel ezek szorosan összefüggő, a katonai logisztika tárgykörébe tartozó területek.

Már Izrael Állam 1948-as megalakulása előtt is az IDF elődszervezeteinek komoly kihívást jelentett a brit blokád alá vont Palesztin Mandátum területén a hadianyagok beszerzése és a logisztika megszervezése. A létrejövő állam fegyveres erejének kiemelt célja volt, hogy együttműködve a hazai iparral minél inkább függetlenítse magát az importtól.<sup>7</sup>

Alapvetően arra a kérdésre keresem a választ, hogy a modern izraeli hadiipar tényleg képes volt-e kialakítani az önellátás alapvető feltételeit, vagy továbbra is fennáll az importfüggőség problémája

---

<sup>5</sup> URL1: *Katonai logisztika*. Link: [http://nketuz.uw.hu/katonailogisztika.htm#\\_Toc439957469](http://nketuz.uw.hu/katonailogisztika.htm#_Toc439957469) Letöltés dátuma: 2020.11.12.

<sup>6</sup> URL2: *NATO Logistics Handbook* – 2012. november. 20. p.

<sup>7</sup> ALLON, Yigal: *The Making of Israel's Army*. Universe Books, 1970.

## 2. Miért tekinthető nagyhatalomnak Izrael?

A hagyományos definíció szerint a nagyhatalom „olyan állam, amely katonai vagy gazdasági erővel vagy mindkettővel rendelkezik, és az általános befolyása jóval magasabb, mint a többi államé”.<sup>8</sup> Azaz nagyhatalomként kezelünk minden olyan államot, amelynek érdekérvényesítő képessége túlnyúlik az államhatárán és annak szoros környezetén. A II. világháborút követően az Egyesült Államok és a Szovjetunió, mint szuperhatalom jelent meg a világpolitika színpadán, napjainkban pedig az ENSZ Biztonsági Tanácsának állandó tagjait tekintik a hagyományos értelemben vett nagyhatalomoknak.

Azonban az ENSZ által közel hetven éve megalapozott világrend és struktúra számos szempontból nem fedi napjaink nagyhatalmi erőviszonyainak rendszerét. A kétpólusú világrend felbomlása, a globalizáció felgyorsulása, az információs társadalom vívmányai és a negyedik ipari forradalom hatása alapjaiban formálta át a hagyományos erőviszonyokat. A regionális szinten erős államok közül több jutott el abba a stációba, hogy érdekérvényesítő képessége jelentősen túlnyúlik a régió határain, és hangját a globális erőterben is képes hallatni. A feltörekvő államok között megtaláljuk Japánt, Braziliát, Iránt vagy akár Izraelt.

A hagyományos nagyhatalmi koncepció a katonai és a gazdasági erőre koncentrál, de napjainkban ezek a fogalmak is új értelmet nyertek, új dimenziókkal egészültek ki. Nem kell messzire nyúlnunk, ha például akarunk találni a világgazdasági rendszer összefonódásaira, elég csak a Covid-19 járvány első hónapjaira gondolnunk, amely alapvetően bénította le a nemzetközi kereskedelmet és az ellátási láncok komoly lassulásához vezetett. A korábban nem látott események rávilágítottak arra, hogy az értékláncok transz-nacionalizálódása által minden szereplő kiszolgáltatottsága nőtt, így a gazdasági erő szempontjából meghatározó lehet, ha egy katonailag vagy gazdaságilag nem éppen kiemelkedő állam valamilyen kiemelt gazdasági szegmensben foglal el kulcspozíciót.

Véleményem szerint, ha a hagyományos definíció szerint vizsgáljuk, Izrael valahol nem tekinthető egyértelműen nagyhatalomnak,<sup>9</sup> de a 2006-os második libanoni háborút követő évektől kezdve egyre inkább

---

<sup>8</sup> URL3: *Definition of world-power*. Cambridge Dictionary.

<sup>9</sup> URL4: *CIA World Factbook – Israel*.



a nagyhatalmi kategória irányába tendál.<sup>10</sup> Ha a nominális GDP alapján rangsorolunk, gazdasági erő szempontjából 2019-ben Izrael a 31. helyen állt a világ országai között. Az ennél relevánsabb mérőszám, a vásárlóerő-paritáson alapuló GDP összehasonlítása szempontjából, amely kiküszöböli a valutaárfolyamok ingadozását, Izrael a 49. helyet foglalta el.<sup>11</sup> Katonai erő szempontjából – a Global Firepower adatai alapján – 2020-ban Izrael a 18. legerősebb katonai hatalom volt a globuszon.<sup>12</sup>

A katonai és gazdasági erő mellett egy nehezebben megfogható dimenzió a „puha” politikai erő kérdése, amely szintén megjelenik a nagyhatalmi kategóriába történő besorolás kapcsán. A gazdasági és katonai potenciáltól függetlenül egyes államok képesek nagyobb hatást gyakorolni a nemzetközi közösségre. Ennek hátterében olyan – globális érdekeket érintő – kiemelt politikai tényezők állnak, amelyek túlmutatnak az államok külkapcsolatainak egzakt és materiális érdekein. Ez a „puha politikai erő” eszméken – történelmi, humanitárius, ideológiai, környezetvédelmi szempontokon – alapul. Izrael esetében az Egyesült Államokkal ápolt szoros külpolitikai kapcsolat mellett<sup>13</sup> kiemelt szempontként jelenik meg:

- (1) a történelmi múlt;
- (2) a modern Izrael által létesített nemzetközi kapcsolatrendszer, amely Braziliától egészen Indiáig, Németországtól Dél-Afrikáig behálózta a világot;<sup>14</sup>
- (3) továbbá a közel-keleti régió kiemelt szerepe a világpolitikában és a világgazdaságban.

A közel-keleti konfliktusok és azok hatása az olaj világgpiaci árára alapvetően befolyásolják a világgazdaság helyzetét, ezért a regionális béke fenntartása miatt a Közel-Kelet államainak szava, érdekeik szá-

---

<sup>10</sup> RÉMAI Dániel (2020A): Biztonsági kihívások hálójában, avagy az Izraeli Védelmi Erők esete az aszimmetrikus hadviseléssel. In: *Honvédségi Szemle*. 148. évf. 6. sz. 2020. 16-32. p.

<sup>11</sup> URL5: *The World Bank*.

<sup>12</sup> URL6: *Global FirePower – 2020 Military Strength Ranking*. <https://www.global-firepower.com/countries-listing.asp> Letöltés dátuma: 2020.11.12.

<sup>13</sup> ZUNES, Stephan: *Why the U.S. Supports Israel*. 2002. Link: [https://ips-dc.org/why\\_the\\_us\\_supports\\_israel/](https://ips-dc.org/why_the_us_supports_israel/) Letöltés dátuma: 2020.11.14.

<sup>14</sup> RÉMAI Dániel: *Izraeli biztonság- és védelempolitika és az izraeli hadsereg 1948 és 1956 között. A térség geopolitikai tényezőinek hatása a modern izraeli hadsereg kialakulására és jellemzőire*. Diplomamunka, NKE. 2014.

mos esetben kiemelt súllyal esnek latba nemzetközi fórumokon, szemben más, nem kiemelt régiók hasonló gazdasági vagy katonai szinten álló országaival.

A nagyhatalmi státusz vizsgálatában a nemzetközi érdekérvényesítéshez szorosan kapcsolódik a nukleáris csapásmérő képesség és erő kérdésköre. Izrael hivatalosan nem tartozik az atomhatalmak közé, hiszen nem került megerősítésre, hogy rendelkezne atomfegyverrel, de nem lehet kizárni annak a lehetőségét, hogy rendelkezésre áll ez a képesség, amely tovább erősíti helyzetét a nemzetközi erőviszonyok rendszerében.<sup>15</sup>

A nagyhatalmi definíció új elemeként, kiegészítő faktorként meg kell említenünk a kutatás-fejlesztés területét, amelyben Izrael élen jár. A Világbank 2018-as adatai alapján az ország GDP-je 4,95 százalékát költötte kutatás-fejlesztésre, amellyel első helyre ugrott a világ országai között.<sup>16</sup> Ehhez szorosan kapcsolódik az informatikai fejlesztések területe, amelyben Izrael szintén az élen jár.<sup>17</sup>

Az aszimmetrikus hadviselés előtérbe kerülésével a kibertérben vívott műveletek egyre nagyobb szerepet kapnak, de ezek sikeres és hatékony végrehajtásához szükséges a megfelelő informatikai ismeretekkel és felkészültséggel rendelkező hátország, amelyben az Izraeli Védelmi Erők (IDF) élen jár.

Izrael az elmúlt tizenöt évben az információs hírszerzés mellett a kibertámadások területén is nevet szerzett magának, gondoljunk csak az iráni atomprogramot évekkal visszavető, 2005 és 2010 között terjedő Stuxnet programra<sup>18</sup> vagy az IDF 8200-as egységére, amely „valószínűleg az egyik legfejlettebb műszaki hírszerző ügynökség a világon, és mindenben egy szinten áll az amerikai Nemzetbiztonsági Ügynökséggel, azaz az NSA-val”.<sup>19</sup>

---

<sup>15</sup> COHEN, Avner: *Israel and the Bomb*, Columbia University Press, 1998. (ebook)

<sup>16</sup> URL7: World Economic Forum: *These countries spend the most on research and development*.

<sup>17</sup> SHTEINBUK, Eduard: *R&D and Innovation as a Growth Engine*. National Research University – Higher School of Economics. Retrieved 11 May 2013. Link: <http://sun.inc.hse.ru/sites/default/files/Shteinbuk.pdf> Letöltés dátuma: 2020.11.12.

<sup>18</sup> URL8: Kaspersky: *Infographic: On the Trail of the Stuxnet Worm*.

<sup>19</sup> REED, John: *Unit 8200: Israel's cyber spy agency, Former insiders and whistleblowers provide a view of the formidable military intelligence outfit*. 2015. Link:

Összességében azt mondhatjuk, hogy a hagyományos definíció szerint Izrael egy középhatalom, amely régiójában vezető szerepet tölt be, de számolva a korábban említett kiegészítő tényezőkkel – mint a „puha” politikai dimenzió, a nemzetközi kapcsolatok rendszerében elfoglalt szerep, az innovációs és technológiai potenciál – Izraelre tekintethetünk úgy, mint napjaink egyik nagyhatalmára.

### 3. Az izraeli gazdaság helyzetéről

Kishont Ferenc magyar származású izraeli satíraszerző klasszikus mondata szerint „Izrael egy olyan ország, amely túlságosan keskeny ahhoz, hogy a világtérképen elég hely legyen nevének kiírására”.<sup>20</sup> Ez a földrajzi adottság nemcsak a stratégiai mélység hiánya miatt jelent problémát a zsidó állam haderejének, hanem a rendelkezésre álló természeti és gazdasági erőforrások szűkössége miatt is.

A modern Izrael a Földközi-tenger keleti partján fekvő körülbelül 21 000 km<sup>2</sup> kiterjedésű terület, amely 200 km szélességben és 500 km hosszan terül el. Kis mérete ellenére a földrajzi adottságai változékonyak. Nyugaton 187 km hosszan a Földközi-tenger határolja, míg keleten a terület határát a Jordán folyó és annak völgye jelképezi. A tengerparttól a szárazföld irányába 15-20 km-es mélységig sík, lankás terep húzódik végig a partvonal mentén. Ez a terület legsűrűbben lakott része.

Az ország hármasszoros horizontális tagolású:

- (1) északon a Galileai-hegység, a Karmel-hegység és a Golánfennsík terül el, amelynek a legmagasabb pontja a Meron hegy (1208 méter);
- (2) középső részét dombságok alkotják, míg
- (3) a terület déli, legnagyobb kiterjedésű részén a Negev-sivatag helyezkedik el. Az ország éghajlata mérsékelt mediterrán, de jelentős eltérés mutatkozik a déli, sivatagi és az északi, hegyvidéki részek között.<sup>21</sup>

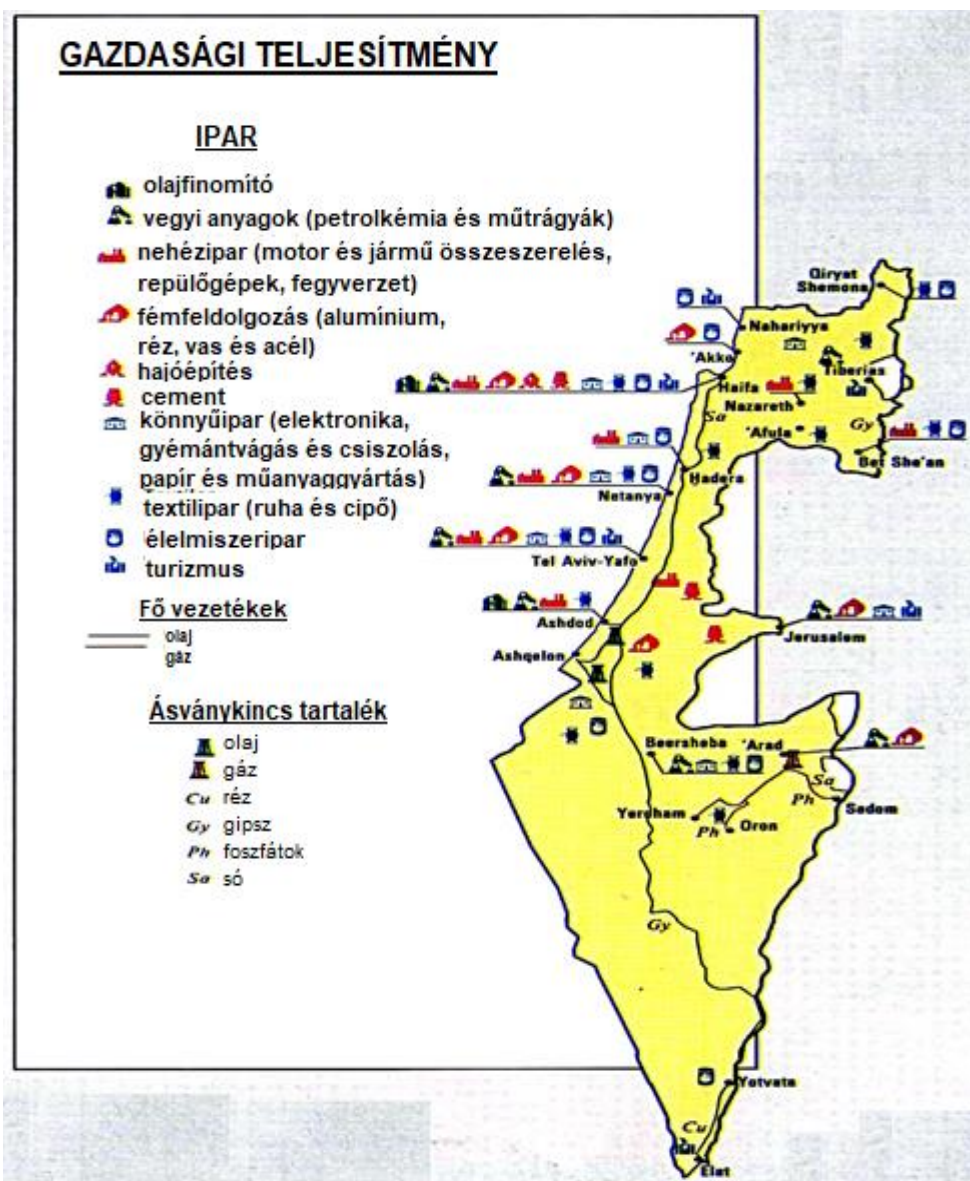
---

<https://www.ft.com/content/69f150da-25b8-11e5-bd83-71cb60e8f08c> Letöltés dátuma: 2020.11.12.

<sup>20</sup> URL9: *Ephraim Kishon*.

<sup>21</sup> Ullian, Robert: *Frommer's Easyguide to Israel [With Map]*. Frommermedia, 2014. (ebook)

A hadiipar és hadiipari fejlesztések szempontjából kiemelt jelentősége van, hogy az ország szinte híján van a természeti kincseknek. Ez a szűkösség már az 1930-as évektől meghatározta az Izraeli gazdaság fejlődési irányát, mivel már a kezdetektől hatékonyságra és kreativitásra kényszerítette az állam megalakulását követő években még kifejezetten elszigetelt izraeli gazdaságot.



1. számú ábra. Izrael gazdasága<sup>22</sup>

<sup>22</sup> URL10: Economic maps of Israel.

„A modern – bizonyos mértékig önellátásra is képes - izraeli haderő létrehozása szempontjából kiemelt fontosságú kérdésként jelenik meg a rendelkezésre álló nyersanyagok mennyisége. A korlátozott nyersanyaglelőhelyek problémájának orvoslására a Jisuv<sup>23</sup> és Izrael állam gazdasága már az 1930-as évektől kezdődően az anyagtakarékos gyártási folyamatok kialakításában látta a megoldást. Ennek a tényezőnek köszönhető, hogy a K+F tevékenység és annak támogatása a XX. század folyamán Izraelben állandóan magas szintű volt.”<sup>24</sup>

### **3.1. Az izraeli import**

Összességében elmondható, hogy az ásványi anyagok hiányát még a fejlett izraeli gazdaság sem tudja teljes mértékben áthidalni. Az energiahordozók tekintetében kiemelten magas az import mértéke: 2009-ben a GDP öt százalékát költötte az ország energiahordozók importjára.<sup>25</sup> Éppen ezért volt meghatározó esemény a Leviathán gázmező felfedezése 2010 decemberében, amely kiterjedése és a kitermelhetőség becsült költségei alapján jelentős mértékben csökkentené Izrael energiatülszórását, sőt exportórrá léphetne elő a természetes gáz piacán. A kitermelés 2019. december végén kezdődött, így ennek hatása a következő években lesz igazán érezhető.<sup>26</sup>

Az izraeli kereskedelmi mérleg vizsgálata alapján egyensúlyközeli helyzetet láthatunk: 2017-ben a teljes export értéke 103,3 milliárd dollár volt, míg az import 96,7 milliárd dollárt ért el.<sup>27</sup> Az OEC (a világ vezető nemzetközi kereskedelmi adatplatformja és a Trading Economics (gazdasági kereskedelmi információs szolgáltató szervezet) adatait összevetve azt láthatjuk, hogy Izrael importjának mértéke az évek során folyamatosan változik, de a különböző kategóriába sorolt javak viszonylag állandó helyet foglalnak el az importált termékek rangsorában, a ráfordítás arányos költségei alapján.<sup>28</sup> <sup>29</sup> Például: 2018-ban Izrael teljes éves importjának körülbelül 28 százalékát gépek és eszközök tették ki, a második leggyakrabban importált termék a gyémánt

<sup>23</sup> A palesztinai zsidó közösség héber elnevezése.

<sup>24</sup> RÉMAI 2014

<sup>25</sup> ASA-EL, Amotz: *Gas discovery tempers Israeli recession blues*. Link: [https://archive.vn/20130128053526/http://articles.marketwatch.com/2009-01-27/news/30797823\\_1\\_gas-discovery-delek-group-natural-gas/2](https://archive.vn/20130128053526/http://articles.marketwatch.com/2009-01-27/news/30797823_1_gas-discovery-delek-group-natural-gas/2) Letöltés dátuma: 2020.11.05.

<sup>26</sup> URL11: Bloomberg: *Noble Energy Announces First Gas From the Leviathan Field Offshore Israel*.

<sup>27</sup> URL12: Central Bureau of Statistics – *Israel*.

<sup>28</sup> URL13: OEC: *What does Israel import? (2018)*

<sup>29</sup> URL14: Trading Economics: *Israel Imports By Category*.

(11%) volt. Harmadik helyen az olaj és egyéb fosszilis energiahordozók álltak kilenc százalékkal, míg hét százalék szállítási és közlekedési eszközökből tevődött össze.<sup>30</sup>

A részletes import adatokat megnézve – az OEC csoportosítása alapján – 2018-ban az első helyen az ásványi kincsek és energiahordozók álltak (13,1%). A második helyen főleg a dimonai nukleáris erőműhöz és más nukleáris létesítményekhez (pl.: fizikai kutatóközpontok) kapcsolódó eszközöket és nyersanyagokat találjuk (10,3%). A harmadik helyen technikai eszközök (9,63%), a negyedik helyen az építőiparhoz szükséges anyagok és a gyémánt (9,37%) míg az ötödik helyen járművek – főleg szállítási és tömegközlekedési eszközök (8,44%) – jelennek meg.

Érdeemes kiemelni, hogy a repülőgépek, légi eszközök aránya az importból 2018-ban két százalék volt, míg a vízi közlekedési eszközök részaránya 0,26 százalék.<sup>31</sup>

A későbbiekben vizsgálni fogom az IDF eszközeinek származási országát és gyártóit, amely kapcsán a fenti adat meg fogja erősíteni azt a hipotézist, mely szerint a légierő a leginkább importfüggő haderőnem az IDF-en belül.

Az MIT<sup>32</sup> elemzése alapján az 1. számú táblázat mutatja be az izraeli import szempontjából kiemelt országokat, az importból való részesedésük arányát és az importált termékek fő kategóriáit a 2016-os évre vonatkozóan:<sup>33</sup>

A kiemelt kereskedelmi partnerek listáján végigtekintve megállapíthatjuk, hogy Izrael hagyományos, mondhatnánk tradicionális külpolitikai partnerei jelennek meg a listában. Domináns az Egyesült Államok szerepe, de emellett a nyugat-európai országokkal való tradicionálisan jó kereskedelmi és külpolitikai kapcsolat is visszaköszön. Törökország megjelenése a listában nem meglepő, hiszen egyrészt a földrajzi közelség, másrészt a török könnyű- és nehézipar elmúlt évtizedekben végbement fejlődése a török exportot meghatározóvá tette a régióban. Japán megjelenése pedig a precíziós eszközök miatt nem okoz meglepetést, amelyek főleg optikai technológiákhoz és az autógyártáshoz kötődnek.

---

<sup>30</sup> URL15: *The Observatory of Economic Complexity, MIT.*

<sup>31</sup> URL13: OEC: *What does Israel import? (2018)*

<sup>32</sup> Massachusetts Institute of Technology – Massachusetts-i Technológiai Intézet

<sup>33</sup> URL15: *The Observatory of Economic Complexity, MIT.*

## IZRAEL IMPORTJÁNAK MEGOSZLÁSA ORSZÁGONKÉNT – 2016

1. számú táblázat

Forrás ország	Részesedés Izrael éves importjából (%)	Vezető termékkategóriák
1. Egyesült Államok	13%	elektronikai eszközök
2. Kína	9,5%	különböző termékek
3. Svájc	6,9%	olaj, kémiai anyagok (gyémánt)
4. Németország	6,6%	különböző típusú termékek
5. Belgium/Luxemburg	6,3%	gyémánt
6. Egyesült Királyság	5,9%	olaj
7. Hollandia	4,4%	számítógépek és elektronikai eszközök
8. Olaszország	4,4%	különböző típusú termékek
9. Törökország	4,2%	különböző típusú termékek
10. Japán	3,8%	gépjárművek, fotótechnika

## 4. Import és hadiipar az Izraeli Védelmi Erők szemszögéből

### 4.1. Visszatekintés az izraeli katonai logisztika kezdeteire

Izrael megalakulását megelőzően, már az 1920-as évek elejétől működtek olyan irreguláris elődszervezetek, amelyek 1948 után, a létrejövő Izraeli Védelmi Erőkbe tagozódva, annak gerincét alkották. Ezek az elődszervezetek is szembesültek az utánpótlás hiányának problematikájával és a logisztika fontosságával. Az elődszervezetek közül a britek által támogatott Hagana hasonlított leginkább egy reguláris katonai szervezetre mind felépítésében, mind létszámában. Éppen ezért már az 1930-as évek közepétől a szervezeten belül elkezdtek kiépülni

az utánpótlás biztosítására irányuló eljárásrendek, és elkezdődött a nemzetközi kapcsolatok kiépítése a fegyverbeszerzések, a lőszer és más hadfelszerelés (muníció) biztosítása érdekében.<sup>34</sup>

Az első zsidó szállítási és ellátási egységeket még az I. világháború idején szervezte meg Joseph Trumpeldor<sup>35</sup>, hogy segítse a brit hadsereg regionális működését. Ez volt az ún. Zion Mule Corps<sup>36</sup>, amelyből az 1930-as és az 1940-es években kinőtték magukat a Jisuv politikai vezetéséhez és a Haganához is kötődő szervezetek, amelynek fő feladata ezekben az időkben az illegális bevándorlás, az Alija Bet támogatása és megszervezése volt. Ezzel párhuzamosan ezek a szervezetek feleltek a Jisuv<sup>37</sup> fegyveres erőinek hadianyaggal történő ellátásáért is.<sup>38</sup>

A Hagana mellett működő logisztikai szervezetek mellett működött a Zsidó Ügynökség szervezete is, amelynek fő célja volt a politikai támogatás megszerzése a létrehozandó Izrael Állam számára, de emellett lehetőségeihez mérten igyekezett hadianyagok beszerzésével is támogatni a Palesztin Mandátum területén élő zsidó közösséget. Emellett fontos kiemelni, hogy az irreguláris szervezetek közül az Irgunt alapvetően Kelet-Európából bevándorolt zsidók alkották, akik kapcsolataik és nyelvtudásuk révén igyekeztek a kelet-európai régió országaiból fegyvereket beszerezni. Már jóval az állam kikiáltása előtt, 1933-ban megalakult az Izraeli Hadi Gyárak, héberül Ta'asiya Tzvait (Taas)<sup>39</sup>, amelynek célja az volt, hogy a Palesztin Mandátum területén állítson elő fegyvereket és hadianyagot. A Taas fő küldetése 1953-tól – többségi kormányzati tulajdonba kerülésétől – a zsidó lakosság védelmi igényeinek kielégítése (pl.: óvóhelyek) és az IDF felfegyverzése volt.

A logisztikai egységeknek már az első arab-izraeli háborúban kiemelt szerep jutott, amikor lehetővé tették a Burma úton történő átjutást Jeruzsálembe. Ezzel a tetteikkel a logisztikai erők meghatározó helyet vívtak ki az IDF szervezetén belül. Az 1950-es évek elejétől Izrael Államnak lehetősége volt nemzetközi hadianyag-beszerzések lebonyolítására is, ekkor alakult ki szoros kapcsolat a francia hadiiparral. 1966 után a logisztikai egységeket átszervezték, és kilenc regionális

---

<sup>34</sup> RÉMAI 2014

<sup>35</sup> 1880-1920, cionista aktivista

<sup>36</sup> Cion Összvér Hadtest

<sup>37</sup> A 19. század utolsó negyedétől kialakuló palesztinai zsidó közösség héber neve.

<sup>38</sup> URL16: *Logistic Corps*.

<sup>39</sup> URL17: Izraeli Hadi Gyárak - התעשייה הצבאית



alközpontot hoztak létre egy központi szerv irányítása alatt, amely modell a hatnapos háborúban (1967) bizonyította hatékonyságát. 1968-ban az IDF logisztikai egységeinek jelentős szerepe volt abban, hogy a Sínai-félszigeten harcoló alakulatok megfelelő ellátást kapjanak, ehhez előretolt logisztikai központok kiépítésére került sor.

Az 1973-as jom kippuri háború során a logisztikai egységek a harcoló alakulatok mellé kerültek beosztásra, majd 1975-ben megalakult az önálló Technológiai és Logisztikai Igazgatóság. Az 1982-es libanoni háború új, addig nem ismert kihívás elé állította a logisztikát, amikor a járhatatlan dél-libanoni utak helyett a csapatok légi úton történő ellátását kellett biztosítani.<sup>40</sup> A 2006-os második libanoni háború tapasztalatai és kritikái a támogató erők esetében is megjelentek, amely arra készítette az IDF vezetését, hogy a számos egyéb terület mellett a katonai logisztika területét is reformok alá vonja.<sup>41</sup> Igazodva a modern kihívásokhoz, az IDF Logisztikai Igazgatósága is egyre inkább az aszimmetrikus kihívások során felmerülő feladatokra, az időben gyorsan alakuló, változó konfliktusok kezelésére készül fel, ezért az elmúlt években jellemzően a gyorsan telepíthető és felszámolható logisztikai szervezetek felállításának megszervezése állt a fókuszban.<sup>42</sup>

Mára az IDF Technológiai és Logisztikai Igazgatósága közvetlenül a vezérkar alá rendelt szervezet, amely három hadtestből áll:

- (1) a (Központi) Logisztikai Hadtestből;
- (2) az Egészségügyi Hadtestből és a
- (3) Csapatlogisztikai Hadtestből.<sup>43</sup>

A *Logisztikai Hadtest* egy támogató szervezet, amely központosítja a logisztikai tevékenységet, ideértve bárminemű szállítást és építkezést. „A feladataik közé tartozik a katonai felszerelések fejlesztésével, kezelésével, szállításával és karbantartásával, a katonai élelmiszerek fejlesztésével, tesztelésével és ellátásával, az üzemanyag-ellátás karbantartásával és tesztelésével foglalkozó számos tevékenységi terület. Emellett az IDF raktárainak folyamatos üzemeltetése, a felszerelések

---

<sup>40</sup> URL16: *Logistic Corps*.

<sup>41</sup> RAPAPORT, Amil: *The Logistic Failures Will Not Be Repeated*. Link: <https://www.israeldefense.co.il/en/content/logistic-failures-will-not-be-repeated>  
Letöltés dátuma: 2020.11.01.

<sup>42</sup> RÉMAI Dániel (2020B): Az izraeli védelmi tervezés: a hadikultúrák kaméleonja. In: *Szakmai Szemle*. 2020/4. szám. 143-157.o.

<sup>43</sup> URL18: *Technological and Logistics Directorate*.

szállítása, a mosoda, nyomdai munkák, a benzinkutak és tárolók üzemeltetése, az IDF engedélyezési és szabványosítási rendszerének működtetése. A hadtest felel az IDF logisztikájáért, úgymint ellenőrzések; a járművek, a készletek karbantartása és biztosítása; az önkéntesek; az építkezések engedélyeztetése és lebonyolítása; az élelmiszerek, felszerelések és az üzemanyag biztosítása.”<sup>44</sup> Ehhez a tevékenységhez kapcsolódnak szorosan a *Csapatlogisztikai Hadtest* feladatai, amely a közvetlen végrehajtásért (technikai kivitelezésért) felelős. Az *Egészségügyi Hadtest* az elmúlt években világszerte hajtott végre légi úton történő orvosi segítségnyújtási műveleteket katasztrófa sújtotta területeken. A segélyezési műveletek gyors végrehajtása érdekében önálló, moduláris egységek kialakítására került sor, rugalmas operatív módszerekkel.

Michael Naor elemzése szerint az Egészségügyi Hadtest tapasztalatai jelentős mértékben hozzájárulnak a civil és katonai együttműködés gyakorlatának fejlesztéséhez.<sup>45</sup>

## **4.2. Az izraeli hadiipar fejlődése**

Az önálló izraeli hadiipar kiépítése már az állam megalakítása előtti időkben is nemzetstratégiai kérdésnek számított.<sup>46</sup> „Az 1950-es évek közepén indult el az UZI géppisztoly, az IMI gépkarabély, a Negev könnyűgéppuska, a Jericho 941 félautomata pisztoly és a Tavor gépkarabély kifejlesztése. Ezek a fegyverek próbáltak igazodni az alkalmazási viszonyokhoz és az IDF katonai stílusához. A fegyverfejlesztéseket az IDF igényei mellett nagymértékben meghatározta a térség ritka ásványkincs-készlete, amely hatására az izraeli hadiipar az anyagtakarékos, de minőségi megoldásokat kereste és keresi a mai napig. A folyamatos fejlesztések és a nagymértékű állami kutatás-fejlesztési támogatás hatására az 1980-as évekre az izraeli hadiipar a világ élvonalába került. A fegyverarzenál fejlesztése mellett nagy hangsúlyt helyeztek a civil védelmi, a kommunikációs és a navigációs eszközök fejlesztésére is.”<sup>47</sup>

---

<sup>44</sup> URL19: *Israel Defense Forces: Ordnance Corps.*

<sup>45</sup> NAOR, Michael: *Healthcare Military Logistics at Disaster Regions around the World: Insights from Ten Field Hospital Missions over Three Decades.* <https://www.intechopen.com/books/military-engineering/healthcare-military-logistics-at-disaster-regions-around-the-world-insights-from-ten-field-hospital-> Letöltés dátuma: 2020.11.02.

<sup>46</sup> AVI-HAI, Avraham: Ben Gurion – State builder, Israel Universities Press, Jerusalem, 1978.

<sup>47</sup> RÉMAI 2014

Az Izraeli Védelmi Erők erősen beágyazódott az izraeli társadalom szövetébe, és ez a szoros összefonódás a gazdaság szektorainak szereplőivel is fennáll. A haderő és a gazdaság szoros együttműködése folyamatos volt az évek során: 1988-ban 150 hadiipari vagy ahhoz kapcsolódó vállalat működött az országban, amelyek magán, állami vagy vegyes tulajdonúak voltak. Ezekben az években körülbelül 65 000 ember dolgozott a védelmi iparban. A Lavi-program<sup>48</sup> sikereit megakadályozó politikai, valamint gazdasági tényezők és a megváltozott globális biztonsági helyzet hatására a hadiipar és a polgári-gazdasági szektor együttműködése némileg csökkent az 1990-es évek közepére, de 2000 után az együttműködés új lendületet kapott. Megfigyelhető, hogy számos izraeli start-up vállalat és technológiai cég vezetésében helyet kapnak volt katonatisztek, a cégek igyekeznek a valós védelmi igényeket kiszolgálni, továbbá az IDF is szorgalmazza az együttműködést a piaci szektor szereplőivel. Napjainkban három kiemelt hadiipari gyártó működik az országban,<sup>49</sup> amelyhez több száz kisebb cég és alvállalkozás kapcsolódik. A Taas utódja az Israel Military Industries Ltd. (IMI), az Israel Weapon Industries (IWI) és a Rafael Advanced Defense Systems (RAFAEL) hadiipari szervezetek eredményei együttesen tették lehetővé, hogy Izrael a világ egyik vezető fegyverexportőrévé váljon, különös tekintettel a légvédelmi rendszerek, a drónok és számos más, innovációt és kutatás-fejlesztést követelő technológiai területre.<sup>50</sup>

A modern izraeli hadiipar fejlődését jól illusztrálja, hogy az elmúlt években Izrael jelentős fegyvereladási szerződéseket kötött olyan országokkal, mint Brazília vagy India. Az izraeli külpolitika egyik új eszközeként jelenik meg a fegyvereladás és a védelmi eszközök exportja. Izrael a piacon jól eladható eszközeivel nyitni tudott a világ muszlim országai felé is, amelyek az elmúlt évtizedekben alapvetően elzárkóztak a diplomáciai kapcsolatfelvételtől a zsidó állammal.<sup>51</sup>

---

<sup>48</sup> Izraeli vadászrepülőgép-fejlesztési program az 1980-as évektől az 1990-es évek elejéig. A repülőgép prototípusai elkészültek csak az amerikai hajtóműembargó akadályozta meg a sorozatgyártást. A fejlesztés során olyan technológiákat fejlesztettek ki, mely a későbbiekben a hadiipar számos területén és az izraeli high-tech ipar megalapozását tették lehetővé.

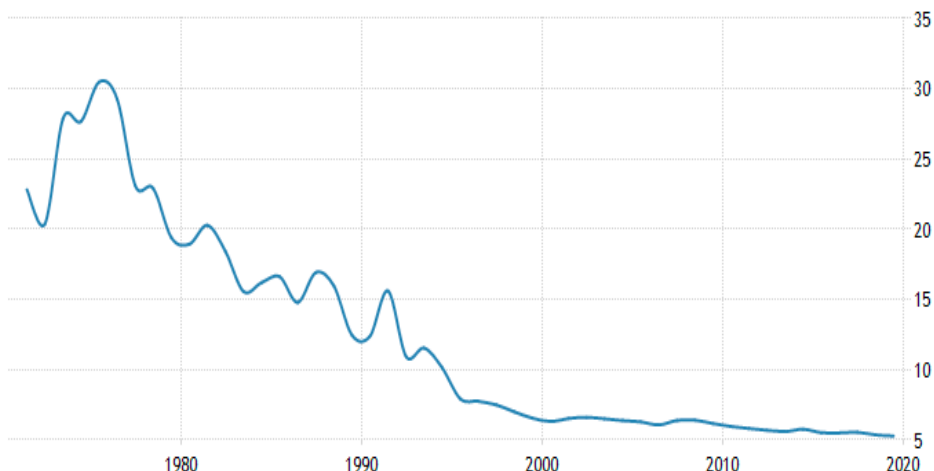
<sup>49</sup> FLEURANT, Aude - KUIMOVA, Alexandra - TIAN, Nan – WEZEMAN, Pieter D. – WEZEMAN, Siemon T.: The SIPRI Top 100 Arms-producing and Military Services Companies, 2017. Link: <https://www.sipri.org/publications/2018/sipri-fact-sheets/sipri-top-100-arms-producing-and-military-services-companies-2017> Letöltés dátuma: 2020.11.12.

<sup>50</sup> URL20: *Israel among top arms exporters and importers.*

<sup>51</sup> BENN, Aluf: *Israel Selling Military Wares to Mideast Countries, Britain Says.* Link: <https://www.haaretz.com/premium-israel-selling-arms-to-muslim-countries-1.5277220> Letöltés dátuma: 2020.11.12.

### 4.3. Az IDF költségvetése és az izraeli védelmi tervezés kihívásai napjainkban

A Világbank adatai alapján láthatjuk, hogy az izraeli védelmi költségvetés folyamatosan csökkent az évtizedek során. Értelemszerűen a háborús időszakokban előfordult, hogy a védelmi kiadások az ország GDP-jének akár 30 százalékát is felemésztették, de alapvetően az 1990-es évek közepe óta a GDP 10 százaléka alatt költ Izrael a haderőre. (2. ábra)



2. számú ábra. Izraeli katonai kiadások a GDP százalékos arányában 1972-2020<sup>52</sup>

A Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI) adatbázisa alapján a 2019-es évben a világ országai átlagosan a GDP 2,2 százalékát költötték katonai és védelmi kiadásokra. Izrael 2019-ben a GDP 5,3 százalékát költötte a haderőre, amellyel a második helyen áll a világ országai között, csak Szaúd-Arábia előzi meg (8%). Oroszország (3,9%) és az Egyesült Államok (3,4%) mellett Dél-Korea (2,7%) és India (2,4%) tartozik az élbolyba. Összességében láthatjuk, hogy – GDP-arányosan – Izrael a világ országaihoz és vezető katonai hatalmaihoz viszonyítva is jelentősen többet áldoz a védelmi költségvetésre.<sup>53</sup>

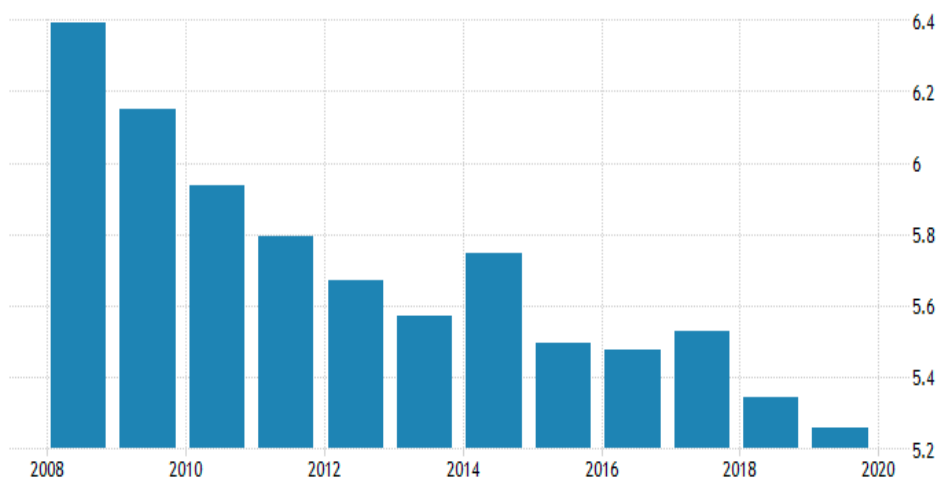
Izrael védelmi költségvetésének kiemelt részét képezi az Egyesült Államok által, a II. világháború vége óta nyújtott éves segély összege.

<sup>52</sup> URL21: *Israel - Military Expenditure (GDP%)*.

<sup>53</sup> URL22: TIAN, Nan; FLEURANT, Aude; KUIMOVA, Alexandra; WEZEMAN, Pieter D.; WEZEMAN, Siemon T. (27 April 2020). "Trends in World Military Expenditure, 2019" (PDF). Stockholm International Peace Research Institute. Retrieved 27 April 2020.

Az összeg évről évre változik, de fontos alapja az izraeli-amerikai védelmi-gazdasági együttműködésnek. A támogatások általában tíz éves időszakokat ölelnek fel, a 2019-2028 közötti időszakra összesen 38 milliárd dolláros támogatásról beszélhetünk, amelynek jelentős része visszaforg az amerikai hadiiparba. Ugyanakkor a segélynek vannak a jelentős haddipari tételeken túl olyan kisebb részei is, amelyek a veteránok támogatására, a katonai technológia más területeken (pl.: mezőgazdaság) történő felhasználására irányulnak.<sup>54</sup>

A 2010 utáni időszakban is láthatjuk a korábban említett, folyamatosan csökkenő tendenciát, ahol a GDP arányában a katonai kiadások öt és hat százalék között mozognak évente. (3. ábra)



3. számú ábra. Izraeli katonai kiadások a GDP százalékos arányában (2008-2020)<sup>55</sup>

A tényleges éves költséget dollárra átszámítva azt láthatjuk, hogy évről évre csökken a haderőre fordított összeg, de ez nem feltétlenül jelent romlást vagy visszaesést: a 2006-os libanoni háború utáni átalakítások és a haderőreform eredményeként mára az IDF olyan szintű felszereltséggel rendelkezik, amikor jelen pillanatban nem feltétlenül szükséges nagyobb investíció végrehajtása, hanem a szinten tartás, a modern, ütőképes haderő fenntartása a cél.<sup>56</sup>

Mintz és Ward cikke alapján elmondható, hogy Izraelben a katonai költségvetést politikai-gazdasági eszközként is használják a gazdaság

<sup>54</sup> URL23: *U.S. Foreign Aid to Israel.*

<sup>55</sup> URL21: *Israel - Military Expenditure (GDP%).*

<sup>56</sup> URL24: *Israel – Military Expenditure.*

irányításának elősegítésére és a különböző gazdasági és politikai szereplők számára kedvező választási légkör biztosítására.<sup>57</sup> Ezzel párhuzamosan megfigyelhetjük azt is, hogy a modern, aszimmetrikus kihívások megjelenése arra kényszeríti az Izraeli Védelmi Erőket, hogy egyszerre próbáljanak meg felkészülni a hagyományos és az aszimmetrikus kihívásokra. Ennek nemcsak a szervezet koherens működése szempontjából vannak vonzatai, de pénzben mérhető, eltérő fejlesztési irányokat megkövetelő védelmi tervezést tesz szükségessé.<sup>58</sup> Az aszimmetrikus konfliktusokra való felkészülés minden területet érint, amelyre a jelenlegi vezérkari főnök, Aviv Kochavi által kidolgozott és 2019 áprilisában meghirdetett ún. Lendület Terv (Tenufa) kíván választ adni. A Tenufa egy öt évre szóló fejlesztési koncepció annak érdekében, hogy az IDF „halálosabbá, hatékonyabbá és felkészültebbé váljon a felmerülő fenyegetésekre”.<sup>59</sup>

Kochavi terve jelentős hangsúlyt fektet a légielő és a hírszerzés fejlesztésére a szárazföldi erők és az informatikai rendszerek modernizálása és fejlesztése mellett, de foglalkozik szinte minden területtel,<sup>60</sup> hiszen az új típusú kihívások alapjaiban változtatják meg a haderők működését.

A katonai logisztika területén bekövetkező változásokról értekezik Eyal Ziv, aki az új típusú kihívásokra a moduláris logisztikai elemek dinamikus hálózatba történő szervezésében látja a megoldást. Ziv alapján ez a rendszer nem új keletű az IDF-ben, és továbbfejlesztése olcsó, ugyanakkor hatékony megoldást kínálhat a jövő konfliktusaiban is.<sup>61</sup>

Összességében, a védelmi igazgatás vagy a gazdaságmozgósítás koncepciójának tekintetében nem találunk különösebb változást az izraeli felfogásban. A Gadi Eisenkot által, vezérkari főnöksége idején jegyzett, 2015 augusztusában nyilvánosságra hozott „*Deterring terror*

---

<sup>57</sup> MINTZ, Alex – WARD, Michael, D. Ward.: *The Political Economy of Military Spending in Israel*. Link: <https://www.jstor.org/stable/1962403?seq=1> Letöltés dátuma: 2020.08.11.

<sup>58</sup> RÉMAI 2020A

<sup>59</sup> GROSS, Judah Ari: *IDF unveils first-of-its-kind unit unifying pilots, tank drivers and more*. Link: <https://www.timesofisrael.com/idf-unveils-first-of-its-kind-unit-unifying-pilots-tank-drivers-and-more/> Letöltés dátuma: 2020.04.12.

<sup>60</sup> URL25: *Israel presenta un nuevo plan para hacer su Ejército más letal ante enemigos como Irán*.

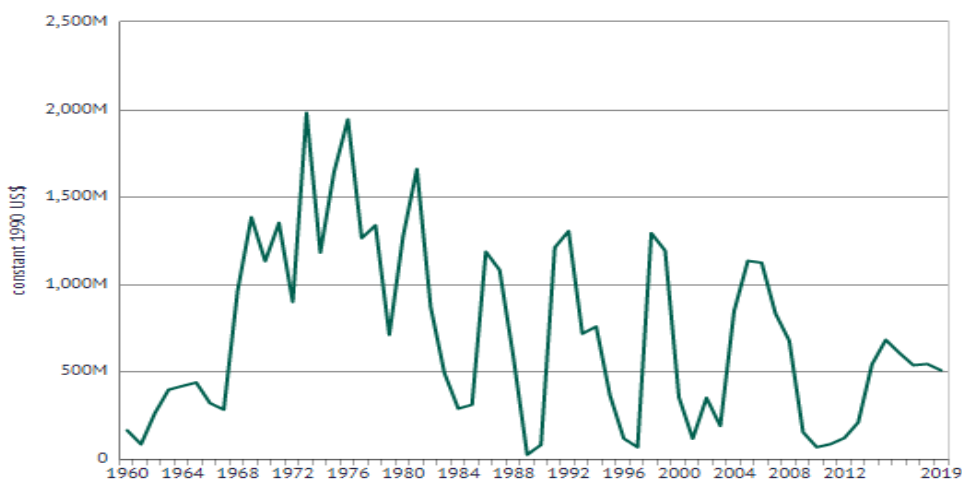
<sup>61</sup> Ziv, EYAL: *Logistics in Asymmetric Conflicts*. Link: [https://alu.army.mil/alog/issues/JanFeb12/Logistics\\_Asymmetric.html](https://alu.army.mil/alog/issues/JanFeb12/Logistics_Asymmetric.html) Letöltés dátuma: 2020.04.11.

– *How Israel Confronts the Next Generation of Threats*” című dokumentum is foglalkozik a háborús gazdaság kérdésével. Eisenkot definíciója szerint ez nem más, mint ami ”lehetővé teszi az IDF számára, hogy maximalizálja képességeit a harcok minden szakaszában oly módon, hogy a küldetés leghatékonyabb végrehajtását biztosítsa.”<sup>62</sup> A nem túl részletes leírás mögül egyértelműen kiviláglik, hogy az IDF számára továbbra is minden lehetőség nyitva áll a hatékony működés fenntartása és Izrael biztonságának megóvása érdekében.

## 5. Az IDF importfüggősége napjainkban

Vajon milyen mértékben múlik a hatékony működés az IDF-en és az izraeli hadiipari vállalatokon és milyen mértékben a nemzetközi piacon és beszállítókon?

Ha megnézzük az izraeli fegyverimport mértékének dollárban mért alakulását 1960-tól, komoly kilengéseket láthatunk. Elmondhatjuk, hogy történelme során Izrael arányaiban soha nem költött még ilyen keveset importból származó fegyvervásárlásra, mint az elmúlt tíz évben. A 2006-os libanoni háborút követően, 2008-tól indult el az IDF reformja, amelynek célja egy ütőképes, modern haderő létrehozása volt – ennek költségei egyértelműen megjelennek a grafikonon. Ugyanakkor 2014 óta folyamatos csökkenés figyelhető meg. (4. ábra)



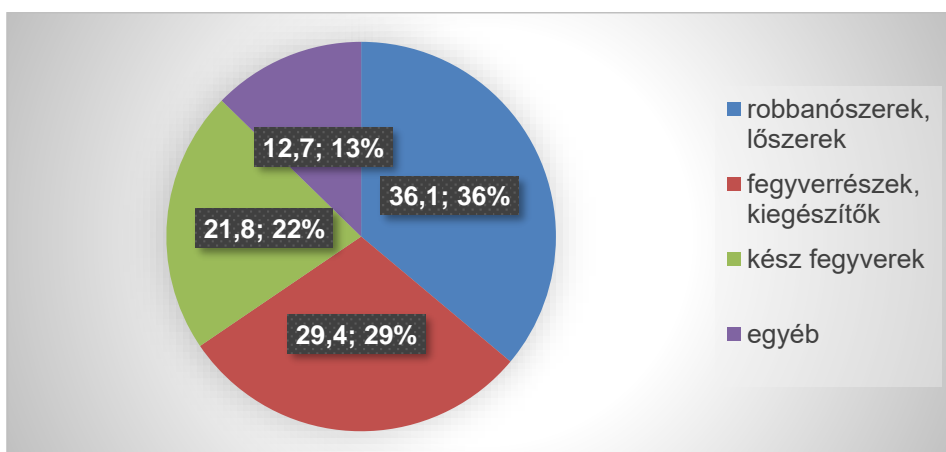
4. számú ábra. Az izraeli fegyverimport mértéke (USD/év, 1960-2019)<sup>63</sup>

<sup>62</sup> URL26: *Detering Terror - English Translation of the Official Strategy of the Israel Defense Forces*. 27. o..

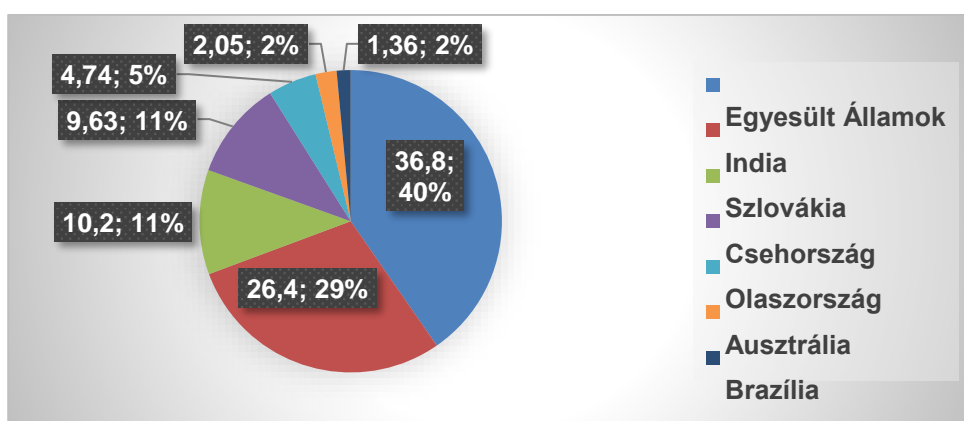
<sup>63</sup> URL27: *Israel - Arms imports in constant prices of 1990*.

A csökkenés oka mögött egyrészt a fejlett, már exportra is képes hadiipar áll, másrészt az, hogy a haderő felszereltsége a libanoni háborút követő reformok után a 2010-es évek közepére elérte a szükséges szintet.

Az OEC adatai alapján láthatjuk, hogy 2018-ban Izrael haditechnikai eszköz importjának több mint egyharmadát a robbanószerkezetek és lőszerkezetek tették ki (36,1%), míg a fegyverrészek és egyéb kiegészítők közel harminc százalékban jelentek meg (29,4%); maguk a kész fegyverek az import 21,8%-át és egyéb eszközök a 12,7%-át tették ki. (5. ábra)



5. számú ábra. Az izraeli fegyverimport százalékos aránya kategóriánként – 2018 (Az OEC alapján a szerző szerkesztése.)<sup>64</sup>



6. számú ábra. Az izraeli fegyverimport százalékos aránya országonként – 2018 (Az OEC alapján a szerző szerkesztése.)<sup>65</sup>

<sup>64</sup> URL28: OEC – Israeli weapons import by category.

<sup>65</sup> URL29: OEC – Israeli weapons import by country.



2018-ban a fegyverimportra költött összeg 36,8 százaléka az Egyesült Államokhoz került, 26,4%-a Indiához. Szlovákia, Csehország, Dél-Korea, Olaszország, Brazília és Ausztrália szerzett még egy százaléknál nagyobb részesedést az Izraeli fegyverimportból. (6. ábra)

Ha áttekintjük az Izraeli Védelmi Erők által használt eszközök és fegyverek listáját, azt láthatjuk, hogy a pisztolyok és kisebb kézfegyverek esetén nagy a gyártó variabilitása – Csehországtól, Ausztrián át a Szovjetunióig<sup>66</sup> találunk beszállítót.

A komolyabb kézfegyverek esetén azonban már egyértelműen az izraeli és amerikai gyártók dominálnak. Ugyanez igaz a járművek esetében is, ahol a páncélozott járművek kizárólag amerikai és izraeli gyártóktól származnak, míg a szállítójárművek között megtalálhatjuk más országok gyártóit is (pl.: Törökország).

A Vaskupola légvédelmi rendszer elemei és a drónképeséget adó eszközök kizárólag izraeli gyártmányúak, de a kézi légelhárító egységek és a nem integrált elhárító eszközök között találunk amerikai gyártótól származókat is.

A légierőhöz (IAF) kapcsolódó tételek esetén (repülőgépek, kiegészítő eszközök, helikopterek) egyértelmű az amerikai gyártók hegemoniája. A haditengerészet eszközei esetén izraeli gyártók dominálnak, de feltűnik dél-afrikai kivitelezésű is.<sup>67</sup>

Hasonlóan a kiemelt kereskedelmi partnerek listájához, a fegyverimport esetében is dominánsan jelen van az Egyesült Államok. Ugyanakkor látható az elmozdulás a nyugat-európai kereskedelmi partnerektől a volt keleti blokk országai felé. Ennek oka a tradíciókban keresendő: míg ebben az esetben az Izrael Állam megalapítása előtt a félkatonai szervezetek, mint a Hagana és az Irgun által Kelet-Európából beszerzett fegyverbeszerzések továbbélését látjuk, addig Brazília és India esetében már az új izraeli külpolitika nyomai fedezhetők fel, amelyeket a modern fegyverexport és partnerség alapozott meg.<sup>68</sup>

---

<sup>66</sup> Rendszerben vannak még 1990 előtti fegyverek.

<sup>67</sup> URL30: List of equipment of the Israel Defense Forces.

<sup>68</sup> ROBLIN, Sebastian: Israel's Wish List: Here's The \$8 Billion In U.S. Weapons It Wants To Buy. Link: <https://www.forbes.com/sites/sebastienrob-lin/2020/09/18/on-heels-of-accord-with-bahrain-and-uae-israel-seeks-8-billion-in-us-weapons/?sh=3e6bce8418cf> Letöltés dátuma: 2020.11.12.

## 6. Konklúzió

Az Izraeli Védelmi Erők fennállása óta tizenhat háborús vagy háborús szint alatti konfliktusban vett részt,<sup>69</sup> amelyek többségében döntő szerep jutott a hadianyag-felhasználásnak – különösen az állam megalapítását követő konfliktusok esetében.

A fentiekben az izraeli védelmi tervezés, a hadiipar fejlődése, az ország természeti adottságai, a gazdasági mutatók – különös tekintettel az import és a hadiipari termékek importjára vonatkozó adatok – alapján igyekeztem bemutatni azokat a faktorokat, amelyek hatással lehetnek Izrael és az Izraeli Védelmi Erők importfüggőségére. Összességében Izrael fejlett hadiipara számos esetben lehetővé teszi, hogy függetlenedjen az importtól, különösen igaz ez a kutatás-fejlesztést és innovációt igénylő termékek esetén. A védelmi ipar kiterjedtsége, a gyártókapacitás rendelkezésre állása, a munkaerő mennyisége lehetővé teszi az önállósodást, de a természeti erőforrások szűkössége minden esetben gátat fog szabni egy, az importtól teljesen független védelmi ipar létrejöttének. Egyértelműen kirajzolódik, hogy bizonyos hadiipari fejlesztések esetén az izraeli védelmi ipar nem képes költséghatékony fejlesztésre és termelésre. Míg a kézfegyverek és a harcjárművek esetében rendelkezésre áll a know-how, a gyártókapacitás, addig a légierő esetében látható, hogy a repülőgépek beszerzése teljes mértékben az Egyesült Államok beszállítóihoz kötött. Az izraeli vadászrepülőgép-fejlesztési program az 1980-as évektől az 1990-es évek elejéig tartott. A repülőgép prototípusai elkészültek, csak az amerikai hajtóműembargó akadályozta meg a sorozatgyártást. A fejlesztés során olyan technológiákat fejlesztettek ki, amelyek a későbbiekben a hadiipar számos területén lettek hasznosítva, és az izraeli high-tech ipar megalapozását tették lehetővé.

Az importfüggőség kérdését árnyalja Izrael nemzetközi kapcsolatainak bonyolult rendszere. A használt eszközpark jelentős mértékben az Egyesült Államok beszállítóinak termékeire épül. Az Izrael és az USA közötti kapcsolat egy szoros, az állam megalapítása óta fennálló, mondhatni különleges kapcsolat. Ezért ebben a viszonylatban - véleményem szerint - importfüggőség tekintetében kisebb a kitétség, mint például az indiai vagy kelet-európai beszállítók vonatkozásában.

---

<sup>69</sup> URL31: „Vital Statistics: Total Casualties, Arab-Israeli Conflict.”

A védelmi tervezés és a beszerzések kapcsán egyértelműen látható, hogy Izrael kevés, de jól megválogatott partnertől szerez be kész javakat. Emellett a saját gyártókapacitásának fenntartásához szükséges nyersanyagok esetében is igyekszik olyan partnereket keresni, akikkel történelmi hagyományokon nyugvó kapcsolata van, ezzel is csökkentve az importfüggőséget. A speciális biztonsági kihívások miatt bizonyos területeken jelentős eredményeket ért el az izraeli hadiipar, ilyen területek például a drónképeség és a légvédelmi elhárító rendszerek. Ezek kifejlesztése évtizedek kemény és költséges munkája során jött létre, amelynek megtérülését jól mutatja, hogy ezekkel a termékekkel tudott Izrael kilépni a nemzetközi fegyverpiacra, és vált az egyik legnagyobb fegyverexportőrre. Ezek a termékek voltak azok, amelyek új fejezetet nyitottak az izraeli külpolitika és külgazdaság számára, lehetővé tették a nemzetközi kapcsolatok fejlesztését.

A Jisuv idején célként kitűzött önálló és önellátó hadiipar koncepciója a számok és a globális gazdasági folyamatok ismeretében teljesen nem valósulhatott meg, de ennek ellenére Izrael láthatóan törekszik arra, hogy importfüggőségét mind a nyersanyagok, mind a kész hadiipari termékek esetében minimalizálja. Ahogy Moshe Dayan<sup>70</sup> fogalmazott: „Az amerikai barátaink pénzt, fegyvert és tanácsokat ajánlottak. Elfogadtuk a pénzt, elfogadtuk a fegyvereket és visszautasítottuk a tanácsokat.”<sup>71</sup> Az Izraeli Védelmi Erők képességeiben egyszerre jelenik meg a technológia és a tapasztalat, amelyet az elmúlt évtizedekben felhalmoztak. Ez utóbbi természetesen nem helyettesítheti a löszereket, fegyvereket vagy az ezek előállításához szükséges nyersanyagokat, de az izraeli gondolkodás, a kutatás-fejlesztési potenciál és az állam nemzetközi kapcsolatainak rendszere hozzájárul ahhoz, hogy az izraeli védelmi gazdálkodás importfüggősége ne haladja meg a „mindenképpen szükséges” szintet.

## Felhasznált irodalom

ALLON, Yigal: *The Making of Israel's Army*. Universe Books, 1970.

ASA-EL, Amotz: *Gas discovery tempers Israeli recession blues*. Link: [https://archive.vn/20130128053526/http://articles.market-watch.com/2009-01-27/news/30797823\\_1\\_gas-discovery-delek-group-natural-gas/2](https://archive.vn/20130128053526/http://articles.market-watch.com/2009-01-27/news/30797823_1_gas-discovery-delek-group-natural-gas/2)

---

<sup>70</sup> 1915-1981, korábbi izraeli vezérkari főnök, védelmi miniszter

<sup>71</sup> DAYAN, Moshe: *Story of My Life*. New York, 1976, Da Capo Press.

AVI-HAI, Avraham: Ben Gurion – State builder, Israel Universities Press, Jerusalem, 1978.

BENN, Aluf: *Israel Selling Military Wares to Mideast Countries, Britain Says*. Link: <https://www.haaretz.com/premium-israel-selling-arms-to-muslim-countries-1.5277220> Letöltés dátuma: 2020.11.12.

COHEN, Avner: *Israel and the Bomb*, Columbia University Press, 1998. (ebook)

DAYAN, Moshe: *Story of My Life*. New York, 1976, Da Capo Press.

FLEURANT, Aude - KUIMOVA, Alexandra - TIAN, Nan – WEZEMAN, Pieter D. – WEZEMAN, Siemon T.: *The SIPRI Top 100 Arms-producing and Military Services Companies*, 2017. Link: <https://www.sipri.org/publications/2018/sipri-fact-sheets/sipri-top-100-arms-producing-and-military-services-companies-2017> Letöltés dátuma: 2020.11.12.

GROSS, Judah Ari: *IDF unveils first-of-its-kind unit unifying pilots, tank drivers and more*. 2020.

Forrás: <https://www.timesofisrael.com/idf-unveils-first-of-its-kind-unit-unifying-pilots-tank-drivers-and-more/>  
Letöltés dátuma: 2020.04.02.

KRESS, Moshe: *Operational Logistics The Art and Science of Sustaining Military Operations*. Springer, 2016. 13. p.

MINTZ, Alex – WARD, Michael, D. Ward.: *The Political Economy of Military Spending in Israel*. Link: <https://www.jstor.org/stable/1962403?seq=1> Letöltés dátuma: 2020.08.11.

NAOR, Michael: *Healthcare Military Logistics at Disaster Regions around the World: Insights from Ten Field Hospital Missions over Three Decades*. <https://www.intechopen.com/books/military-engineering/healthcare-military-logistics-at-disaster-regions-around-the-world-insights-from-ten-field-hospital-> Letöltés dátuma: 2020.11.02.

RAPAPORT, Amil: *The Logistic Failures Will Not Be Repeated*. Link: <https://www.israeldefense.co.il/en/content/logistic-failures-will-not-be-repeated> Letöltés dátuma: 2020.11.01.

REED, John: *Unit 8200: Israel's cyber spy agency, Former insiders and whistle-blowers provide a view of the formidable military intelligence outfit*. 2015. Link: <https://www.ft.com/content/69f150da-25b8-11e5-bd83-71cb60e8f08c> Letöltés dátuma: 2020.11.12.

RÉMAI Dániel: *Izraeli biztonság- és védelempolitika és az izraeli hadsereg 1948 és 1956 között. A térség geopolitikai tényezőinek hatása*

*a modern izraeli hadsereg kialakulására és jellemzőire*. Diplomamunka, NKE. 2014.

RÉMAI Dániel (2020A): Biztonsági kihívások hálójában, avagy az Izraeli Védelmi Erők esete az aszimmetrikus hadviseléssel. In: *Honvédségi Szemle*. 148. évf. 6. sz. 2020. 16-32. p.

RÉMAI Dániel (2020B): Az izraeli védelmi tervezés: a hadikultúrák kaméleonja. In: *Szakmai Szemle*. 2020/4. szám. 143-157.o.

ROBLIN, Sebastian: Israel's Wish List: Here's The \$8 Billion In U.S. Weapons It Wants To Buy. Link: <https://www.forbes.com/sites/sebastianrobin/2020/09/18/on-heels-of-accord-with-bahrain-and-uae-israel-seeks-8-billion-in-us-weapons/?sh=3e6bce8418cf> Letöltés dátuma: 2020.11.12.

SZTEINBUK, Eduard: *R&D and Innovation as a Growth Engine*. National Research University – Higher School of Economics. Retrieved 11 May 2013. Link: <http://sun.inc.hse.ru/sites/default/files/Shteinbuk.pdf> Letöltés dátuma: 2020.11.12.

Ullian, Robert: *Frommer's Easyguide to Israel [With Map]*. Frommer-media, 2014. (ebook)

VLADÁR Tamás: *Raimondo Montecuccoli*. Link: <https://multikor.hu/cikk.php?id=11189> Letöltés dátuma: 2020.01.11.

ZIV, EYAL: Logistics in Asymmetric Conflicts. Link: [https://alu.army.mil/alog/issues/JanFeb12/Logistics\\_Asymmetric.html](https://alu.army.mil/alog/issues/JanFeb12/Logistics_Asymmetric.html) Letöltés dátuma: 2020.04.11.

ZUNES, Stephan: *Why the U.S. Supports Israel*. 2002. Link: [https://ipsdc.org/why\\_the\\_us\\_supports\\_israel/](https://ipsdc.org/why_the_us_supports_israel/) Letöltés dátuma: 2020.11.14.

### **Szerző nélküli internetes hivatkozások**

URL1: *Katonai logisztika*. Link: [http://nketuz.uw.hu/katonailogisztika.htm#\\_Toc439957469](http://nketuz.uw.hu/katonailogisztika.htm#_Toc439957469) Letöltés dátuma: 2020.11.12.

URL2: *NATO Logistics Handbook* – 2012. november. 20.p. Link: [https://www.nato.int/docu/logi-en/logistics\\_hndbk\\_2012-en.pdf](https://www.nato.int/docu/logi-en/logistics_hndbk_2012-en.pdf) Letöltés dátuma: 2020.11.12.

URL3: *Definition of world-power*. Cambridge Dictionary. Link: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/world-power> Letöltés dátuma: 2020.11.12.

URL4: *CIA World Factbook – Israel*. Link: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/is.html> Letöltés dátuma: 2020.11.12.

URL5: *The World Bank*. Link: [https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?year\\_high\\_desc=true](https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?year_high_desc=true) Letöltés dátuma: 2020.11.12.

URL6: *Global FirePower – 2020 Military Strength Ranking*. <https://www.globalfirepower.com/countries-listing.asp> Letöltés dátuma: 2020.11.12.

URL7: World Economic Forum: *These countries spend the most on research and development*. Link: <https://www.weforum.org/agenda/2020/11/countries-spending-research-development-gdp/> Letöltés dátuma: 2020.11.12.

URL8: Kaspersky: *Infographic: On the Trail of the Stuxnet Worm*. Link: <https://www.kaspersky.com/resource-center/infographics/stuxnet> Letöltés dátuma: 2020.11.12.

URL9: *Ephraim Kishon*. Link: <https://www.onjewishmatters.com/ephraim-kishon> Letöltés dátuma: 2020.02.07.

URL10: Economic maps of Israel. Link: [https://legacy.lib.ute-xas.edu/maps/atlas\\_middle\\_east/israel\\_econ.jpg](https://legacy.lib.ute-xas.edu/maps/atlas_middle_east/israel_econ.jpg) Letöltés dátuma: 2020.11.05.

URL11: Bloomberg: *Noble Energy Announces First Gas From the Leviathan Field Offshore Israel*. Link: <https://www.bloomberg.com/press-releases/2019-12-31/noble-energy-announces-first-gas-from-the-leviathan-field-offshore-israel> Letöltés dátuma: 2020.11.05

URL12: Central Bureau of Statistics – Israel. Link: <https://www.cbs.gov.il/he/pages/default.aspx> Letöltés dátuma: 2020.11.05

URL13: OEC: *What does Israel import? (2018)* Link: [https://oec.world/en/visualize/tree\\_map/hs92/import/isr/all/show/2018/](https://oec.world/en/visualize/tree_map/hs92/import/isr/all/show/2018/) Letöltés dátuma: 2020.11.11.

URL14: Trading Economics: *Israel Imports By Category*. Link: <https://tradingeconomics.com/israel/imports-by-category> Letöltés dátuma: 2020.11.11.

URL15: The Observatory of Economic Complexity, MIT. Link: [http://atlas.media.mit.edu/en/visualize/tree\\_map/hs92/import/isr/show/all/2016/](http://atlas.media.mit.edu/en/visualize/tree_map/hs92/import/isr/show/all/2016/) Letöltés dátuma: 2020.11.11.

URL16: *Logistic Corps*. Link: [http://www.yehida.co.il/index.php?option=com\\_content&view=article&id=58&Itemid=17](http://www.yehida.co.il/index.php?option=com_content&view=article&id=58&Itemid=17) Letöltés dátuma: 2017.03.11.

URL17: Israeli Hadi Gyáarak - התעשייה הצבאית Link: <http://www.imisystems.com/> Letöltés dátuma: 2020.11.11.

URL18: *Technological and Logistics Directorate*. Link: <https://www.idf.il/en/minisites/technological-and-logistics-directorate/> Letöltés dátuma: 2020.11.14.

URL19: *Israel Defense Forces: Ordnance Corps*. Link: <https://www.jewishvirtuallibrary.org/idf-ordnance-corps> Letöltés dátuma: 2020.11.02.

URL20: *Israel among top arms exporters and importers*. Link: <https://www.jpost.com/Defense/Israel-among-top-arms-exporters-and-importers> Letöltés dátuma: 2020.11.12.

URL21: *Israel - Military Expenditure (GDP%)*. Link: <https://tradingeconomics.com/israel/military-expenditure-percent-of-gdp-wb-data.html> Letöltés dátuma: 2020.11.10.

URL22: TIAN, Nan; FLEURANT, Aude; KUIMOVA, Alexandra; WEZEMAN, Pieter D.; WEZEMAN, Siemon T. (27 April 2020). "Trends in World Military Expenditure, 2019" (PDF). Stockholm International Peace Research Institute. Retrieved 27 April 2020. Link: [https://www.sipri.org/sites/default/files/2020-04/fs\\_2020\\_04\\_milex\\_0\\_0.pdf](https://www.sipri.org/sites/default/files/2020-04/fs_2020_04_milex_0_0.pdf) Letöltés dátuma: 2021.01.20.

URL23: *U.S. Foreign Aid to Israel - Updated November 16, 2020*. Link: <https://fas.org/sqp/crs/mideast/RL33222.pdf> Letöltés dátuma: 2020.11.11.

URL24: *Israel – Military Expenditure*. Link: <https://tradingeconomics.com/israel/military-expenditure#:~:text=Military%20Expenditure%20in%20Israel%20averaged,updated%20on%20> Letöltés dátuma: 2020.11.11.

URL25: *Israel presenta un nuevo plan para hacer su Ejército más letal ante enemigos como Irán*. Forrás: <https://actualidad.rt.com/actualidad/343033-israel-presentar-plan-momentum-fdi-iran> Letöltés dátuma: 2020.04.02.

URL26: *Deterring Terror - English Translation of the Official Strategy of the Israel Defense Forces*. 27. o. Link: <https://www.belfercenter.org/sites/default/files/legacy/files/IDF%20doctrine%20translation%20-%20web%20final2.pdf> Letöltés dátuma: 2020.03.11.

URL27: *Israel - Arms imports in constant prices of 1990*. Link: <https://knoema.com/atlas/Israel/Arms-imports> Letöltés: 2020.11.11.

URL28: *OECD – Israeli weapons import*. Link: [https://oec.world/en/visualize/tree\\_map/hs92/import/isr/all/19/2018/](https://oec.world/en/visualize/tree_map/hs92/import/isr/all/19/2018/) Letöltés: 2020.11.11.

URL29: *OECD – Israeli weapons import*. Link: [https://oec.world/en/visualize/tree\\_map/hs92/import/isr/all/19/2018/](https://oec.world/en/visualize/tree_map/hs92/import/isr/all/19/2018/) Letöltés: 2020.11.11.

URL30: List of equipment of the Israel Defense Forces. Link: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_equipment\\_of\\_the\\_Israel\\_Defense\\_Forces](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_equipment_of_the_Israel_Defense_Forces) Letöltés dátuma: 2020.11.12.

URL31: „*Vital Statistics: Total Casualties, Arab-Israeli Conflict*,” Link: <https://www.jewishvirtuallibrary.org/total-casualties-arab-israeli-conflict> Letöltés dátuma: 2020.11.12.



Lévai Zsolt<sup>1</sup>

## A HATÁRVÉDELMI KÖVETELMÉNYEKNEK VALÓ MEGFELELÉS VIZSGÁLATA ÉS TOVÁBBFEJLESZTÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI A VASÚTI HATÁRÁLLOMÁSOKON

### II. rész

#### A személy-, a teher- és katonai szállítás vizsgálata és javaslatok megfogalmazása

THE INQUIRY AND THE DEVELOPMENT POSSIBILITIES OF THE CONVENIENCE OF BORDER PROTECTION REQUIREMENTS AT RAILWAY BORDER STATIONS

Part II.

The examination in the field of passenger, freight and military rail transport and making proposals

<https://doi.org/10.30583/2020.4.104>

#### **Absztrakt**

*Magyarország védelmi felkészítése során kiemelt jelentőségű határaink megfelelő védelmének megszervezése. A határvédelem ellátása a rendőrség és a határvédelmi szervek feladata, ugyanakkor vannak olyan határpontok, ahol a sikeres védekezés elérése az adott határponton feladatot ellátó (szolgálatot teljesítő) más szervekkel való együttműködéstől is függ. Tipikusan ilyenek a vasúti határállomások, ahol a védelmi feladatok mellett vasútüzemi feladatok elvégzése is szükséges. Az egymás mellett működő szervezetek együttműködése elengedhetetlen feltétele a védekezésnek és a menetrend betartásának is.*

---

<sup>1</sup> Lévai Zsolt, szenior kutató, KTI – Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft, mesteroktató Széchenyi István Egyetem ÉÉKK Közlekedési Tanszék, doktandusz hallgató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola, ORCID: 0000-0003-2410-1730, [levai.zsolt@kti.hu](mailto:levai.zsolt@kti.hu), [levai.zsolt@uni-nke.hu](mailto:levai.zsolt@uni-nke.hu)

*Cikkemben azt vizsgálom, hogy a vasúti határállomásokon hogyan lehet a vasútüzemi munka megfelelő szervezésével az alágazattal szemben támasztott védelmi követelményeknek megfelelni a versenyképesség megtartása mellett, valamint javaslatokat teszek annak érdekében, hogy a vasúti szolgáltatásfejlesztés és a védelmi követelmények is érvényesülhessenek a határállomásokon.*

*Cikkem a katonai logisztika határterületén mozog. A határvédelmi felkészítés vizsgálata mellett kiemelt hangsúlyt kap a vasúti versenyképesség elemzése is. Ugyanakkor a cikkben leírtak hasznosak lehetnek a védelmi szakemberek számára is a vasút területén alkalmazható olyan megoldások ismertetése révén, melyekkel a szektor jövője is értelmezhető marad.*

**Kulcsszavak:** *vasúti közlekedés, védelmi követelmények, vasúti határállomások, versenyképesség, befogadó nemzeti támogatás*

### **Abstract**

*The organisation of the sufficient border-protection has a high importance during Hungary's defence preparation. The provision of border protection is the responsibility of the police and border protection bodies; however, there are border-crossing points where the achievement of successful defence also depends on co-operation with other bodies performing (performing service) tasks at the given border crossing point. Typically, such are railway border stations, where, in addition to security tasks, it is also necessary to do railway operational tasks. The cooperation among side-by-side organisations is also a necessary requirement for defence and adherence to the timetable.*

*In my article, I examine how to meet the defence requirements of the sub-sector at railway border stations by properly organizing railway work while maintaining competitiveness and make suggestions for the development of railway services and defence requirements at border stations.*

*My article moves on the edge of military logistics. In addition to the examination of border protection preparation, special emphasis will be placed on the analysis of railway competitiveness. At the same time, what is described in the article can also be useful for security professionals by describing solutions that can be applied in the field of railways, which the future of the sector can be interpreted with.*

**Keywords:** *railway transport, defence requirements, railway border stations, competitiveness, Host Nation Support*

## Bevezetés

A kétrészes cikksorozat azt vizsgálja, hogy az országvédelmi követelményekkel összefüggő határvédelmi követelmények mennyire teljesíthetők úgy, hogy közben a vasút versenyképessége nem romlik, illetve milyen fejlesztésekkel valósítható meg, hogy a versenyképesség növekedjen, ugyanakkor a védelmi követelmények továbbra is érvényesüljenek. A téma nagysága és átfogó elemzése érdekében a cikk két részből áll. Az első részben az általános határvédelmi követelményekkel és vasúti határállomások üzemi folyamataival foglalkozom, míg második részben a személy-, a teher és a katonai szállítás területén való érvényesítésüket és a fejlesztési lehetőségeket vizsgálom.

Az első részben elemeztem a határőrizeti feladatokat és a határigazgatási stratégia célokat, valamint meghatároztam az ezekből eredeztethető határvédelmi követelményeket, majd bemutattam a vasúti határállomások felépítését és üzemi folyamatait.

Ebben a részben a szállítási módok szerint vizsgálom a kérdést, vagyis személy-, áru- és katonai szállítási szempontból világítom meg a vasúti határállomások szerepét. A cikk végén javaslatokat teszek olyan határellenőrzési módszerekre, amelyek elősegítik a határigazgatási stratégiai célok elérését, ugyanakkor nem hátráltatják a vasúti alágazat fejlődését sem. Cél: a két szektor igényeit kielégítő határállomási tartózkodási idők meghatározása.

### 1. A nemzetközi személyszállítás versenyképessége

A vasúti közlekedés a személyszállítás területén elsősorban a közúti közlekedéssel, illetve a nagysebességű pályák kiépítése révén a rövid távú repüléssel tud versenyezni. A személyszállítás minőségi tényezői közül a cikk szempontjából a legfontosabb a sebesség és a nyugodt utazás.

A személyszállítási verseny elsődlegesen az **eljutási idők rövidítése** révén zajlik. A személyszállító társaságok az eljutási idő csökkentésével kívánnak további ügyfeleket szerezni az egyéni közlekedéstől és egymástól.

A vasúti szektor jelenkori versenyképességét Molnár Balázssal vizsgáltuk. Cikkünkben meghatároztuk a nemzetközi vasúti közlekedés

versenyképességi előnyeit a többi közlekedési móddal szemben<sup>2</sup>. Az egyre növekvő turisztikai piacon a közlekedési szolgáltatók közötti verseny egyik legfőbb eleme a szolgáltatások megfelelő teljesítése és folyamatos fejlesztése.

A cikk első részében már meghatároztam, hogy a vonatok menettartama (eljutási ideje) a sebességtől és az állomáson való tartózkodásoktól függ. Nemzetközi forgalom esetén a határállomási állásidő lesz a menettartam egyik leginkább meghatározó tényezője. A többi állomáson a kereskedelmi és vasútüzemi műveletek időszükséglete általában kevesebb, mint a határállomásokon a hatóságok ellenőrzési időszükséglete. Megfelelően nagy sebesség esetén a határállomási tartózkodási idő kirívóan nagy lehet. Ez alól kivétel a záhonyi tengelyát szerelési idő.

A határállomási vasútüzemi feladatok között találjuk az esetlegesen különböző felsővezetéki rendszerek miatt felmerülő mozdony- és személyzetcserét. A nemzetközi és a belföldi forgalom eltérő nagysága miatt felmerülhet még belföldi kocscsoport leakasztása és rákapcsolása a nemzetközi szerelvényre. Ezeknek a műveleteknek az időszükséglete legfeljebb 15 perc. A vasútvállalatok célja tehát, hogy a hatósági vizsgálatok is legfeljebb ennyi ideig tartsanak.

Molnár Balázssal írt másik cikkünkben a menetrend szerinti vasúti járatok bemutatásánál utaltunk rá, hogy a közösségi közlekedés esetében a **menetrendszerőség** is a szolgáltatás egyik minőségi mutatója. A menetrend betarthatóságának egyik sarkalatos pontja pedig a megfelelő határtartózkodási idők alkalmazása<sup>3</sup>.

A vasútvállalatok elemi érdeke, hogy a vasúti menetrend betartható legyen, mert az egyben a szolgáltatási kínálat megjelenése is, azaz, ha a menetrend nem tartható, akkor az utas szemében ez elégtelen szolgáltatást jelent. Ebben az esetben az utas nagy valószínűséggel

---

<sup>2</sup> Lévai Zsolt – Molnár Balázs: Vasút és turizmus: lehetséges válaszok a globális klímaváltozás kihívásaira, In: Albert Tóth Attila – Happ Éva – Printz-Makó Erzsébet – Kupi Marcell – Török Nikolett (szerk.): Multidiszciplinaritás a Turizmusban, X. Nemzetközi Turizmus Konferencia Tanulmánykötet, Széchenyi István Egyetem, Győr, 2020., pp. 81-98.

<sup>3</sup> Lévai Zsolt – Molnár Balázs: Greta Thunberg EuroNight: a vasút és a repülés változó versenyhelyzete, In: Horváth Balázs – Horváth Gábor (szerk.): X. Közlekedéstudományi Konferencia, 2020. Győr, Tanulmánykötet, paper 45., pp. 1-20, Széchenyi István Egyetem Közlekedési Tanszék – Közlekedéstudományi Egyesület, Győr, 2020.

nem veszi többet igénybe a vasutat, mert a pénzéért nem azt kapta, amit elvárt.

A vasút további versenyelőnye, hogy az **utazás nyugodt körülmények között telhet**, nem kell például a vezetésre összpontosítani. A nyugodt utazás a kapcsolódás eszköze lehet, melyet a hatósági vizsgálatok megzavarnak. Éppen ezért a vasútállalatok igyekeznek a zavartatás idejét minél kisebbre csökkenteni, kiváltképp éjszakai vonatok esetében. Az éjszaka közepén szükséges határellenőrzés ellehetetlenítheti az éjszakai pihenést, különösen, ha a folyamat hosszú (például, ha a határellenőrzés két állomáson bonyolódik le és több mint 1 órát vesz igénybe). Szolgáltatásfejlesztési célként az ilyen határállomásokra kora este vagy reggeli érkezés fogalmazható meg. Hozzá kell tenni, hogy ezt a célt a legnehezebb megvalósítani, mert nagyban függ a relációtól, valamint az ideális végállomási indulási és érkezési időktől.

## 2. A vasúti áruszállítás versenyképessége

A vasúti áruszállítás legnagyobb előnye, hogy nagy tömegű áruk nagy távolságra történő szállítását alacsony fajlagos költségek mellett teszi lehetővé. A kontinens nagy részén használt normál nyomtáv (1435 mm) lehetővé teszi, hogy a vasúti kocsik az egész hálózaton tudjanak közlekedni, így egy Dél-Európában berakott árut egészen Észak-Európáig ugyanabban a kocsiban lehet szállítani. Ugyanez természetesen igaz a közúti szállításra is, azonban látszik, hogy egyes országok (például Svájc) igyekeznek a közúti nehézgépjármű-forgalmat korlátozni, illetve ebben az esetben a korlátozott számú személyzet miatt több állásidő szükséges.

Az európai vasúthálózat annak idején úgy épült ki, hogy ugyanazt az infrastruktúrát használta a személy- és a teherszállítás is. A mobilitási igények növekedését azonban nem minden esetben követték az infrastruktúrafejlesztések, ezért a pályák egy részének átbocsátóképessége elérte határait. A személyszállítás előtérbe helyezése miatt a tehervonatok számára nem jutott szabad kapacitás, így az áruszállítás lelassult.

Az Unió ezért külön áruszállítási folyosók kialakítását határozta el annak érdekében, hogy a vasúti áruszállítás versenyképessége megmaradjon, sőt leginkább növekedjen.

## Nemzetközi vasúti áruszállítási folyosók

Magyarország Európában a közlekedési hálózatok rendszerében földrajzi fekvésének megfelelően kulcsszerepet tölt be. Az Európai Unió vezetői és az európai országok közlekedési miniszterei, valamint az Unió volt és jelenlegi államai a közlekedési hálózatok, így a vasúti hálózatok új alapokon nyugvó besorolását határozták meg az 1990-es években. Ennek célja elsősorban a jövőbeni fejlesztések összehangolása volt.

Az európai közlekedési hálózat elemei:

- TEN-T hálózat (Trans European Network – Transport);
- Páneurópai Korridorok (vagy más néven Helsinki Korridorok);
- TINA hálózat (Transport Infrastructure Needs Assessment).

A páneurópai közlekedési folyosókat (1. ábra) az 1994-es és 1997-es európai közlekedési miniszteri konferenciákon jelölték ki. A tíz kijelölt folyosó a transzeurópai közlekedési hálózat (TEN-T) kiterjesztése Kelet-Európa (az akkori Európai Unió szomszédos államai) irányába. A folyosók kijelölésének célja jó közlekedési kapcsolatok kiépítése volt az EU és szomszédai között, a hatékony és biztonságos közlekedési rendszer révén, segítve az utasok és áruk hatékony szállítását és ezáltal a versenyképességet és a gazdasági növekedést.

Az Európai Unió bővítése révén ezek a folyosók ma már nagyrészt az EU területén haladnak, így a transzeurópai közlekedési hálózat (TEN-T) részét képezik.

Napjaink közlekedési folyosói ún. multimodális korridorok vagy sávok, amelyek a vasúti közlekedésen kívül magukban foglalják a közúti közlekedést, a belvízi hajózás rendszerét és a korridorok vonzáskörzetéhez tartozó repülőtereket, valamint a tengeri kikötőket, terminálokat is.

Az ebbe a rendszerbe tartozó vasúti hálózatot tekintjük a TEN-T hálózat fő ütőérének, mely az Európai Unió közlekedési folyosóinak gerinchálózata is egyben. A TEN-T korridorokra épültek az ún. RFC-k<sup>4</sup>, melyek a TEN-T hálózat vasúti részét képezik.

---

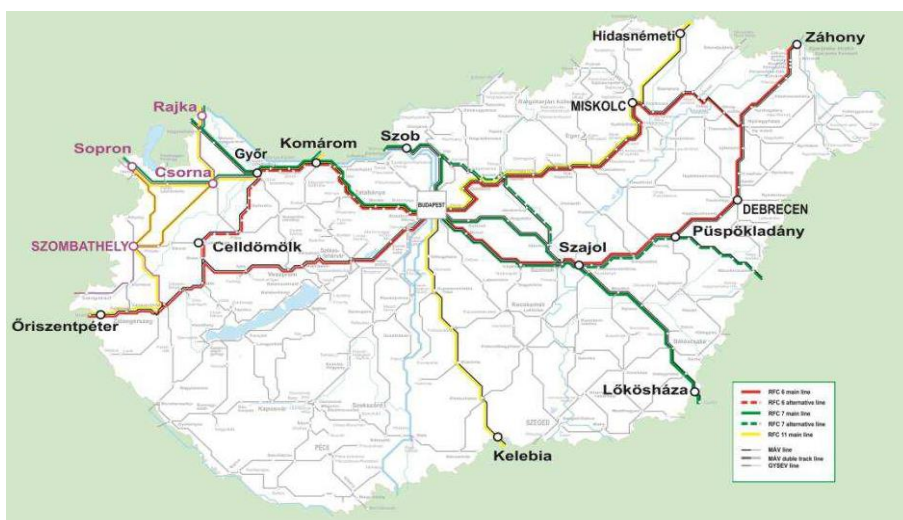
<sup>4</sup> RFC – Rail Freight Corridor – vasúti áruszállítási folyosó



1. számú ábra. Páneurópai közlekedési folyosók (forrás: Fleischer Tamás: *Transzeurópai folyosók – A meglévők hosszabbítgatása vagy egy összeurópai hálózat kialakítása?* In: Glatz Ferenc (szerk.): *A Balkán és Magyarország – Váltás a külpolitikai gondolkodásban?* MTA Társadalomkutató Központ – Európa Intézet, Budapest, 2007., pp. 365-379., 373. o.)

A Magyarországot jelenleg érintő nemzetközi vasúti korridorok az alábbiak (2. ábra):

- Mediterrán: Adriai kikötők – Magyarország – Ukrajna (piros);
- Kelet/Kelet-Mediterrán: Németország – Magyarország – Balkán félsziget (zöld);
- Borostyán: Olaszország/Szerbia – Magyarország – Lengyelország (sárga).



2. számú ábra. Magyarországi nemzetközi vasúti korridorok  
(forrás: GySEV Zrt.)

Az ábráról leolvasható, hogy ezek az áruszállítási folyosók déli és keleti határainkat is érintik, így ezeken a határokon nem mindegy, hogy mennyit állnak a tehervonatok. A cikk első részében bemutatott vasútüzemi tevékenységek időszükséglete magasabb, mint a személyszállító vonatok esetében, a szerelvények átadása-átvétele tovább tart a bizalmi elv bevezetésének hiánya, illetve az Ukrajna felé/felől szükséges átrakás miatt.

Fontos kiemelni, hogy a teherszállítás esetén a vonatok átvizsgálása is tovább tart, melynek legfőbb oka, hogy a tehervonatok jóval több kocsiból állhatnak, mint a személyvonatok. Ugyanakkor elmarad az utasok ellenőrzése, de a személyzetet ebben az esetben is ellenőrizni kell.

Ugyancsak fontos körülmény az egyes határokon felmerülő vám-, valamint állat- és növényegészségügyi vizsgálatok lefolytatása. Mint az első részben említettem, a határállomások vágányhálózatát ennek megfelelően kell tervezni és kialakítani.

A vasúti határállomási tartózkodási időket illetően az Unió CORCAP<sup>5</sup> elnevezésű Interreg-projektjének munkacsoportülésén a felek egyértelműen a 2 óra alatti tartózkodási idők elérését tűzték ki célul.<sup>6</sup>

<sup>5</sup> CORCAP – <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/CORCAP.html>

<sup>6</sup> A szerző a munkacsoport tagja.



## **Környezetbarát áruszállítás**

A vasúti áruszállítás másik jelentős versenyelőnye, különösen a vilamosított hálózaton végzett áruszállításnak, hogy alacsonyabb a károsanyag-kibocsátása. Általánosságban igaz azonban, hogy az ebben a szektorban is elvárt sebességnövelés energiabefektetést igényel, a nagyobb sebesség elérése csak az elfogyasztott üzemanyagok növelésével lehetséges, így a károsanyag-kibocsátás is nő.

A villamos mozdonyok által továbbított tehervonatok használata mindenképpen a környezettudatosság irányába mutat, de további lehetőségek is rendelkezésre állnak a környezetbarát áruszállítás megteremtésére. Ilyenek lehetnek<sup>7</sup>:

- egységgrakomány-képzés (például: rakodólapok, konténerek, tartályok stb.),
- kombinált fuvarozás (a közút igénybevételét csak a minimálisan szükséges útra korlátozzuk).

A környezetbarát áruszállítási módok alkalmazásával csökkenthető a levegő- és zajszennyezés, ugyanakkor a vasúti átrakók környezeti terhelése magasabb, ezeknél a minél korszerűbb technológiák alkalmazása javasolható.

## **3. Katonai műveletek végrehajtásával kapcsolatos határállomási feladatok**

A Bevezetésben említett szövetségi feladatokból eredően békeidőszakban és válsághelyzetben segíteni kell a helyben állomásozó vagy átvonuló szövetségi erőket, mely katonai és polgári összefogással valósul meg. Ez a Befogadó Nemzeti Támogatás (BNT) rendszere. A rendszer elemét képezi a különböző szolgáltatások igénybevétele is, mint a logisztikai támogatás része<sup>8</sup>. A legmegfelelőbb logisztikai támogatási rendszer akkor alakítható ki, ha annak elemei a befogadó nem-

---

<sup>7</sup> Dr. Berényi János – Lévai Zsolt: CORCAP – a környezetbarát áruszállítási folyosók kialakítása útján, In: Horváth Balázs – Horváth Gábor (szerk.): X. Nemzetközi Közlekedéstudományi Konferencia Tanulmánykötet, Széchenyi István Egyetem – Közlekedéstudományi Egyesület, Győr, 2020. paper 38. pp. 1-12, 3-4. o.

<sup>8</sup> Pap Andrea: A befogadó nemzeti támogatás és a fourlog logisztikai képzési program kapcsolata, Hadmérnök, IV. évf. 2009/1 szám, pp. 129-136., 130. o.

zet katonai és civil erőforrásai, melyekből biztosíthatók az ellátási, javítási, infrastrukturális és szolgáltatási szükségletek<sup>9</sup>. A közlekedési szolgáltatások területén a vasúti alágazat szolgáltatásai a katonai logisztikai rendszer részét képezik, annak közlekedési támogatási alrendszeréhez tartoznak. Mint ilyen, a vasút részt vesz a nemzetközi katonai szállítási feladatok lebonyolításában.

A közlekedéskoordinálási folyamathoz olyan szervezetek is kapcsolódnak, amelyek lefolytatják a határállomási vám- és ellenőrzési tevékenységeket. A NATO erők fogadása, állomásoztatása és előrevonása (RSOM<sup>10</sup>), a műveletek és tevékenységek, mint hadműveleti tevékenységek jelentős logisztikai feladatot jelentenek a honi haderő számára<sup>11</sup>. Ezen feladatok közé tartozik a katonai mozgások szervezése, tervezése és lebonyolítása. Az RSOM műveletek elvégzését katonai dokumentumok szabályozzák, melyek kitérnek a vasúti feladatokra is, beleértve a vasútállomásokon végzett feladatokat is.

Az RSOM szállítási szabályok a vasúti határállomások tekintetében a szükséges ellenőrzéseket mind az infrastruktúrakezelők, mind pedig a vasútvállalatok részére lehetővé teszik, feltételként csak alkalmas vágány igénybevételét írják elő. Ugyanakkor a határvizsgálatok gyors elvégezhetősége érdekében a szállítást szervező katonai szervek előzetes értesítést küldenek a határállomásoknak a szállítmányok adatairól (például a kocsik számáról és fajtájáról), így a szükséges vasútüzemi vizsgálatokra időben fel lehet készülni. A vizsgálatok során fontos körülmény a rakodási rendellenességek feltárása, hogy az út során ne merüljön fel probléma a rakomány esetleges elmozdulása miatt. A határállomáson álló szerelvényt őrizni kell a tartózkodási idő alatt, melyet a biztosítószakasz végez el.

#### **4. Javaslatok a vasúti határállomások üzemi folyamatainak fejlesztésére**

Ebben a fejezetben a bemutatott vasútüzemi és határvédelmi folyamatok fejlesztésére teszek javaslatokat annak érdekében, hogy a vasút versenyképessége a határvédelmi célok alkalmazása esetén is

---

<sup>9</sup> Jároscsák Miklós: Áttekintés a befogadó nemzeti támogatás katonai logisztikát érintő igényeiről, *Katonai Logisztika*, X. évf. 2003/1 szám, pp. 164-189., 165. o.

<sup>10</sup> RSOM – Reception, Staging, Onward Movement

<sup>11</sup> Horváth Attila: A katonai logisztika alapképzési szak RSOM felkészítés tapasztalatai, *Hadmérnök*, XIII. évf. 2018/4 szám, pp. 81-96., 87. o.

megmaradjon. A következő pontokban ismertetem a vasúti szolgáltatásfejlesztési célokat, mint a versenyképesség javításának eszközeit, valamint a határigazgatási stratégia fejlesztési célkitűzéseit, majd pedig a fejlesztési lehetőségek metszetét bemutatva teszem meg javaslataimat a vasúti határállomási folyamatok fejlesztésére.

## Vasúti szolgáltatásfejlesztési célok

A személyszállítás versenyképességének elemzésekor meghatároztam azokat a minőségi jellemzőket, melyek a vasúti szolgáltatások igénybevételének eldöntésekor a legfontosabbak. Ebből következik, hogy a vasúttársaságok is ezeket a jellemzőket igyekeznek leginkább fejleszteni, hogy minél több utast szerezzenek.

A szolgáltatások fejlesztése a sebesség emelésére és az utazási komfort növelésére irányul. Ugyancsak alapvető szolgáltatásfejlesztési cél betartható menetrendek készítése, azaz megbízható szolgáltatások nyújtása.

Egyre gyorsuló életünkben a közlekedési módok közötti verseny természetesen a gyorsaságra is kihat. A gyorsaság itt az utazási távolság minél rövidebb menetidő alatt történő megtételét jelenti. A vasúti közlekedés esetében a menetidő két legfontosabb komponense a vonat által mozgásban töltött idő (menetsebesség) és az állomási tartózkodások ideje.

Az állomási tartózkodások közé tartoznak a határállomási tartózkodások is. A verseny miatt a vasúti társaságok érdeke a minél rövidebb idejű tartózkodás, azaz a vonat csak annyit álljon a határon, amennyi feltétlenül szükséges. **Szolgáltatásfejlesztési célként a határtartózkodások minimalizálása fogalmazható meg.**

A fenti szolgáltatásfejlesztési cél igaz a teherszállításra is. **A tehervonatok esetében is cél az árutovábbítás sebességének emelése, illetve a kocsiforduló idő<sup>12</sup> csökkentése.** Itt az esetlegesen felmerülő egyéb hatósági vizsgálatok miatt még inkább felértékelődik a határtartózkodási idők megfelelő meghatározásának szükségessége. Különösképpen igaz ez a „just in time” („éppen időben”) rendszerben közlekedő tehervonatokra.

---

<sup>12</sup> Két azonos szállítási fázis (például megrakás) között eltelt idő.

## A határigazgatási stratégia fejlesztési célkitűzései

A határigazgatási stratégia is kimondja, hogy a határellenőrzés területén is növelni kell a szolgáltatás színvonalát, illetve az ellenőrzések hatékonyságát. Ennek elérése érdekében a legújabb fejlesztések használatának bevezetése indokolt. Ilyen fejlesztési célkitűzések<sup>13</sup>:

- *„növelni kell a félautomata és automata rendszerek alkalmazási arányát a határigazgatásban;*
- *a határigazgatásban jelenleg is alkalmazott informatikai és IKT (információ-kommunikációs technológia) infrastruktúra korszerűségének felülvizsgálata, szükség esetén megújítása az eredményesség és költséghatékonyság érdekében;*
- *növelni kell a szerepvállalást a nemzetközi szintű kutatás-fejlesztési projekteken, amelyek eredményeit integrálni szükséges a feladatellátásba;*
- *az „intelligens határokhoz” (smart borders) kapcsolódó infrastruktúra megvalósítását biztosító szabályozási háttér magyarországi kidolgozása, a szakmai követelmények érvényesítése.”*

Ezen kívül, a katonai szállítások során is törekedni kell a szükséges vizsgálatok pontos és megfelelően gyors elvégzésére és a határtartózkodások idejének minimálisra csökkentésére.

A vasútvállalati és a határigazgatási fejlesztési célok ugyanabba az irányba mutatnak: hatékonyságnövelés és gyorsaság. Ez az azonos irány megteremti a lehetőséget az összhang kialakítására, melyre az alábbiakban teszünk javaslatokat.

### Határállomások vasútüzemi folyamatainak párhuzamosítása

A vasúti határállomások üzemi folyamatait a szállítandó utasok kiszolgálása és az áruk kezelése, valamint a szükséges hatósági ellenőrzési eljárások lefolytatása képezi. Ez a folyamat fő- és melléktevékenységekből, illetve műveletekből áll, amelyek összessége és egymáshoz való kapcsolata az üzemi technológia. Egy-egy üzemi folya-

---

<sup>13</sup> Magyarország Nemzeti Integrált Határigazgatási Stratégiája 2019-2021, 33. o., <https://www.kormany.hu/download/6/eb/a1000/Magyarorsz%C3%A1g%20Nemzeti%20Integr%C3%A1lt%20Hat%C3%A1rigazgat%C3%A1si%20Strat%C3%A9gi%C3%A1ja%202019-2021.pdf>, letöltve: 2019. 12. 27.

mat tervezett idő- és sorrendje az állomási technológia. Az üzemi technológia tehát az adott vasútállomás technológiáinak egymáshoz kapcsolódó rendszere<sup>14</sup>.

A határállomási technológiák elkészítésekor az állomási adottságokat, a lehetőségeket és a műveleti időket úgy kell egymással összehangolni, hogy a szükségletek optimális kielégítése és a helyes műveleti sorrend, valamint a berendezések optimális kihasználása mellett minimális ráfordítások adódjanak. Ezért a tervezés során törekedni kell a műveletek, műveletcsoportok és részfolyamatok, valamint azok időtartamának, ciklusidejeinek:

- párhuzamosítására;
- egyidejűsítésére;
- minimalizálására és
- a meddő idők optimalizálására.

A határtartózkodási idők optimális kialakíthatósága érdekében egyes műveletek a menetrend által biztosított lehetőség keretein belül eltolhatók, felcserélhetők vagy megoldási helyük és eszközük megváltoztatható.

A határtechnológiák elkészítésében maximálisan törekedni kell a társszolgálatokkal való együttműködésre, lehetőség szerint a hatóságokkal történő konzultációkra, az érintett vasútvállalatokkal és pályavasutakkal történő konstruktív egyeztetésekre.

A vasúti műszaki átadási-átvételi folyamat és az utasok ellenőrzése egyszerre is végezhető, ugyanakkor belépő vonat esetében a mozdonycsere csak a belépő vasúti (mozdony)személyzet okmányainak ellenőrzése után kezdődhet meg.

A vasúti üzemi folyamatok időszükséglete nagymértékben függ a kocsik átvizsgálásának szükségességétől. Amennyiben ez elmarad (lásd bizalmi elv), akkor mozdonycsere esetén 10-15 perc, ennek elmaradása esetén 3-5 perc állásidő szükséges, amennyiben személyzetváltás felmerül. Ha még erre sincs szükség, mert a vonatszemélyzet mindkét vasút vonalán képes a vonaton szolgálatot ellátni, akkor a vonat akár 1 perc tartózkodás után is indítható vagy a megállás akár el is hagyható.

---

<sup>14</sup> Harmatos János – Kárpáti László – Lévai Zsolt: Állomási és forgalmi technológiák, MÁV Rt. Tisztáképző Intézetének jegyzete, Budapest, 2004, 41. o.

Tehervonatoknál a mozdonycsere több időt is igénybe vehet, főleg az ilyenkor szükséges fékpróba ideje hosszabbodhat meg, mert ez a szerelvény hosszának is függvénye.

A feladatok elvégzésének párhuzamosításával el kell érni, hogy a vasúti és rendészeti szervek időszükséglete közelítse egymást.

## Határforgalmi rendészeti tevékenységek idejének csökkentése

### *A határrendészetben ható legfontosabb elvek alkalmazása*

A címben meghatározott elveket Kovács Gábor<sup>15</sup> és Kui László<sup>16</sup> foglalták össze tanulmányaikban. Itt most csak azokat említem meg, amelyek alkalmazása előnyös lehet a vasúti határellenőrzés hatékonyságának javítása érdekében.

Az **erő-összpontosítás elve** szerint lehet eljárni, amikor például a „legproblémásabb” vonatokhoz a legtapasztaltabb állomány van kirendelve. A megfelelő tapasztalat sokat segíthet az elbújt személyek rejtőzködési helyének felkutatásában, így sok idő megtakarítható a felesleges helyek átnézésének kihagyásával.

A **szervezet és tevékenység mély felépítésének** elve kimondja a határrendészeti erők több vonalban és lépcsőben történő alkalmazásának lehetőségét. Ez az elv segíthet a menetrendek betartásában: amennyiben a jelentős utasmennyiség miatti időzavar elkerülése érdekében az ellenőrzés alaposága nem lenne megfelelő, lehetőség van az ellenőrzés folytatására a vonat további útján, de ebben az esetben ezt össze kell hangolni a vonat belföldi megállásaival az esetleges lezárlások miatt.

Az **aktivitás elvének** érvényesülése a kockázatelemzések alapján levont határrendészeti tevékenységekben érhető tetten. Balla József egyik tanulmányában<sup>17</sup> is kiemeli a kockázatelemzés fontosságát,

---

<sup>15</sup> Kovács Gábor: A határrendészetben ható törvényszerűségek és elvek érvényesülése az illegális migráció elleni küzdelemben, In: Gaál Gyula, Hautzinger Zoltán (szerk.): Modernkori veszélyek rendészeti aspektusai, pp. 221-231, Pécs, 2015. (Pécsi Határőr Tudományos Közlemények 16),

<sup>16</sup> Kui László: A határellenőrzés elveinek és követelményeinek érvényesülési lehetőségei Magyarországon, Hadtudományi Szemle, XI. évf. 2018/2. szám, pp. 268-286.

<sup>17</sup> Balla József: A határellenőrzés ideiglenes visszaállításának támogatása, erő-eszköz szükséglete, Határrendészeti Tanulmányok, XV. évf. 2018/2. szám, pp. 4-28, 8. o., Budapest, ISSN 2061-3997

valamint azt, hogy az azon alapuló határellenőrzésektől elvárható, hogy ne okozzanak indokolatlanul hosszú várakozást. A vasúti menetrendek betarthatósága szempontjából fontos meghatározni, hogy melyek azok a vonatok, amelyek kiemelt kockázatot jelentenek (például viszonylatuk vagy utazóközönségük miatt). Ennek megfelelően kell meghatározni, hogy adott vonat esetében milyen eljárásokat és technikai eszközöket alkalmaznak (például: kutatás).

Az **együtműködés elve** általában csak a nemzetközi határrendészeti egységeivel történő közös feladatvégzésre terjed ki, azonban fontosnak tartom, hogy a vasúti és a határőrizeti szervek is működjenek együtt a feladatok végrehajtása során.

### ***Biometrikus adatokon alapuló személyazonosítás***

A **biometria** az emberi test egyedi jellemzők (például: arc, szem, ujjlenyomat, test-hőképek stb.) alapján történő azonosítása<sup>18</sup>. Ezek a személyiségjegyek gépi rendszerekben tárolhatók, az azonosítás ezek alapján minden kétséget kizáróan elvégezhető. Éppen ezért az ilyen technológia alkalmazása jelentősen csökkenti a megtévesztés lehetőségét.

Balla József 2010-ben írt cikkében<sup>19</sup> már kijelenti, hogy az ilyen biometrikus adatokkal rendelkező úti okmányok alkalmazása visszaélés gyanúja esetén lerövidíti az időigényes határellenőrzési tevékenységet. Ezért az ilyen okmányok rendszerbe állítása nem csak a rendészeti feladatok végrehajtását könnyíti meg, hanem segíthet a rendészeti célú időigényének csökkentésében. Javasolható tehát a biometrikus adatokkal rendelkező úti okmányok széles körű bevezetése. Ezt ki lehet terjeszteni a határforgalomban közlekedő vasúti munkavállalók szolgálati okmányaira is. Balla József 2013-ban írt doktori értekezésének további kutatásra érdemes javaslatai között szerepel a biometrikus adatokon alapuló személyazonosítás rendészeti célú alkalmazásának ellenőrzéstechnológiára gyakorolt hatásának vizsgálata<sup>20</sup>. E vizsgálat

---

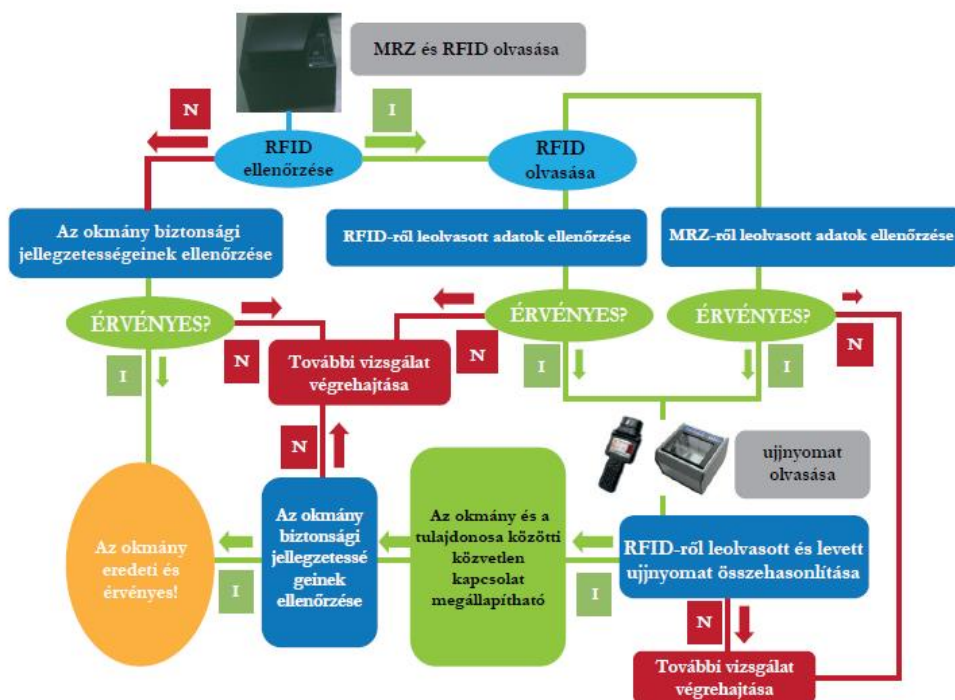
<sup>18</sup> Tajti Balázs: A biometrikus ujjnyomat azonosítás alkalmazásának új lehetőségei, *Hadmémők*, VII. évf. 2012/1. szám, pp. 48-58, 49. o., ISSN 1788-1929

<sup>19</sup> Balla József: A biztonság növelése a határforgalom-ellenőrzésben, *Határrendészeti tanulmányok*, VII. évf. 2010/1. szám, pp. 97-105, 104. o., ISSN 2061-3997

<sup>20</sup> Balla József: A biometrikus adatokat tartalmazó úti és személyazonosító okmányok biztonságnövelő hatása a határ- és közbiztonság alakulására, doktori (PhD) értekezés, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi Doktori Iskola, Budapest, 2013. 141. o., DOI: 10.17625/NKE.2014.009

lefolytatása már csak azért is indokolt, mert a technológia jogszabályi alapja adott<sup>21</sup>.

A biometrikus személyazonosítás következő lépcsője azonosító készülékek alkalmazása. Ilyen lehet az ujjlenyomat, az arc, a szem (írisz) és a kézérhálózat (véna) azonosítására alkalmas berendezések használata. A biometrikus adatok tárolása az úti okmányokban rádiófrekvenciás azonosító (RFID<sup>22</sup>) eszközökön történik<sup>23</sup>. Az így tárolt biometrikus adatok leolvasásának és az azonosítás döntési pontjainak folyamatábráját mutatja a 3. ábra.



3. számú ábra. Ujjnyomat alapján történő személyazonosítás folyamata az okmányban tárolt biometrikus ujjnyomat esetén (forrás: Balla József: A biometrikus adatokat tartalmazó úti és személyazonosító okmányok biztonság-növelő hatása a határ- és közbiztonság alakulására, doktori (PhD) értekezés, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi Doktori Iskola, Budapest, 2013. 129. o., 17. számú ábra)

<sup>21</sup> Az Európai Tanács 2252/2004/EK rendelete (2004. december 13.) a tagállamok által kiállított útlevélek és úti okmányok biztonsági jellemzőire és biometrikus elemekre vonatkozó előírásokról, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R2252&from=HU>

<sup>22</sup> RFID – Radio-frequency Identification

<sup>23</sup> Balla József i. m. (2013, 19. lj.) 124-125. o.



Az ilyen eljárással működő eszközök alkalmazása gyorsabb ellenőrzést tesz lehetővé, így csökkentheti a vonatok határállomási tartózkodását. Ugyanakkor a biometrikus személyazonosítás adatvédelmi kérdéseit még tisztázni kell.

A biometrikus adatokon alapuló ellenőrzés lehetősége csak uniós állampolgárokra vonatkozik, mert csak EU tanácsi határozat mondja ki ennek alkalmazását. A probléma abból adódik, hogy éppen a nem schengeni határokon jelentkezik jelentős számú nem uniós polgár belépésre, akik nem rendelkeznek biometrikus azonosítóval ellátott úti okmányokkal, illetve ilyen adataik nem szerepelnek az adatbázisokban, így nincs ellenőrzési lehetőség. Az ilyen fajta ellenőrzések eredményessége és hatása csak akkor lesz érzékelhető, amennyiben a biometria alkalmazása a világban elfogadott és széles körű lesz.

### **Mesterségesintelligencia-alapú határvédelmi rendszer**

Az Európai Uniónak a határok biztonságosabbá tétele mellett kiemelkedő célja az ellenőrzési folyamatok gyorsabbá tétele is. Ennek egyik lehetséges módja a folyamat automatizálása. Az **integrált folyamat** háromlépcsős<sup>24</sup>:

- belépés előtti ellenőrzés (előregisztráció és előzetes ellenőrzés az adattárakból);
- alacsony kockázatú utasok gyors átléptetése a határon (biometria alkalmazása);
- magas kockázatú utasok ellenőrzése hordozható intelligens egységgel.

A védelmi szakemberek szerint a rendszer majdani alkalmazása a belépés előtti ellenőrzés bevezetésével harmadával csökkenti a vasúti határállomási ellenőrzési időszükségletet<sup>25</sup>. Az előzetes ellenőrzés sikeressége esetén az utas egy QR-kódot<sup>26</sup> kap a telefonjára, amelyet a határra érkezéskor be kell mutatni a határellenőrzést végző személynek. Ujjnyomat-leolvasás után a rendszer összeveti azt az adatbázis-

---

<sup>24</sup> Dr. Székely Zoltán: *Intelligens Hordozható Ellenőrző Rendszerek – Az IborderCtrl Projekt, III. Turizmus és Biztonság Nemzetközi Tudományos Konferencia Absztrakt kötet, Pannon Egyetem Nagykanizsai Kampusz, 2018. p. 16., ISBN 978-963-396-118-6*

<sup>25</sup> Rácz Johanna: *Rossz sci-fibe illő arcfelismerős határvédelmi rendszert tesztelnek a magyar kerítésnél*, <https://qubit.hu/2018/11/21/rossz-sci-fibe-illo-arcfelismeros-hatarvedelmi-rendszert-tesztelnek-a-magyar-keritesnel>, letöltve: 2019. 10. 23.

<sup>26</sup> QR kód – Quick Response kód

sal, és az okmányok valódiságának ellenőrzése után maga a rendszer dönt a beléptethetőségről. Az ilyen jellegű időszükséglet másodpercekben mérhető.

Amennyiben a rendszer a teszteken megfelelő eredményt ér el, minden bizonnyal bevezetik a közúti határellenőrzésben. Ugyanakkor a vasúti határállomásokra is javasolható ez a kiterjesztés, mellyel jelentős rövidülés érhető el a rendészeti hatóságok részéről a vasúti határállomási tartózkodási idők esetében.

Meglátásom szerint a mesterséges intelligencián alapuló eljárások bevezetése lehet a jövő határvédelmi megoldása és egyben a nemzetközi vasúti közlekedés jövője is, azonban a mesterséges intelligencia, mint rendszer, kihívás is egyben, mert az eljárásokat nem csak a rendészeti és rendvédelmi szervek használhatják, hanem a terroristák, csempészek, bűnözők is.

### **Hőkamerák telepítése a vasúti határállomásokra**

Ma már a határőrizetben is alkalmaznak hőkamerákat az elbújt emberek felderítésére. A vasúti határállomásokon is telepíthetők olyan kapuk, amelyen a vonat áthaladása közben hőkamerarendszer működik és jelzi, hol található elbújt ember a vasúti kocsikban. Ez a megoldás természetesen csak tehervonatok esetében alkalmazható, mert személykocsikban utasok utaznak, míg a teherkocsikban nem tartózkodik ember. Az esetleges kísérő őrök az alacsony létszámuk miatt hamar azonosíthatók.

A hőkamerák azonban nem csak az embercsempészet kiszűrésére alkalmasak, hanem segítségül használhatók például egyes vasúti rendellenességek észlelésére (például hőnfutás<sup>27</sup>) is, így alkalmazásuk többcélú is lehet.

### **Menet közbeni határellenőrzés kiterjesztése**

A jelenlegi körülmények között a nem schengeni határokon a vizsgálat helyben történik, így a szükséges állásidő hosszú. A menet közbeni ellenőrzés kiterjesztésével a tartózkodási idő rövidíthető, ennek azonban a rendészeti szervek részére szükséges feltételeit meg kell teremteni (például: előállító helyiség az ellenőrzés belső végállomásán, mobil okmányolvasó eszközök beszerzése és üzembe állítása).

---

<sup>27</sup> Siklócsapágyas vasúti kocsik futása közben a csapágyak meghibásodása

A módszer alkalmazásának vasútüzemi feltétele, hogy a személyi állomány elő- és visszaszállítására álljon rendelkezésre megfelelő vonat. Sűrű, ütemes menetrendi szerkezet bevezetésével ez a probléma megoldható, persze ne ez indokolja elsősorban az ilyen jellegű menetrendek bevezetését.

Ilyen esetekben ugyancsak problémaként jelentkezhet, ha a nemzetközi vonatok találkozása a határállomásra esik. Miután mindkét vonatot biztosítani kell, így, amennyiben a határrendészeti állomány a később érkező vonaton tart vizsgálatot, az előbb érkező vonathoz újabb egység kivezénylése szükséges, így a létszámszükséglet megduplázódhat. Amennyiben a menet közbeni vizsgálat módszerét alkalmazzuk, lehetőleg úgy kell kialakítani a menetrendet, hogy egy egység elég legyen a vizsgálatok lefolytatásához (például két nemzetközi vonat a határhoz közeli belföldi állomáson találkozzon, ahol az ellenőrző személyzet át tud szállni az egyik vonatról a másikra).

### **Vám- és egészségügyi vizsgálatok időszükségletének csökkentése**

Szükségesnek tartom megemlíteni a vám- és egészségügyi vizsgálatok időszükségletének csökkentési lehetőségeit is. Ezen vizsgálatok sorrendje kötött, így az egyes műveletek párhuzamosítása helyett az időszükséglet csökkentése leginkább informatikai fejlesztésekkel érhető el.

Ilyen lehet pl. kapcsolat kiépítése a NAV ügyféladatbázisával, ennek kapcsán pedig az Egységes Vámáru Nyilatkozat kitöltőprogramja hatékonyságának biztosítása, valamint a reexpedícióknál (a fuvarlevél szerinti rendeltetési állomásra megérkezett küldeményt új fuvarozási szerződéssel továbbítják vámkülföldre) a fuvarokmányok kitöltésének lehetősége.

A növény- és állategészségügyi vizsgálatok gyorsítása érdekében szintén a dokumentumok, kérelmek elektronikussá tétele lehet az időfelhasználás csökkentésének alapja. Az állategészségügyi vizsgálatok dokumentum-ellenőrzési feladatai **informatikailag gyorsíthatók**, a meghatározott sorrendű helyszíni szemlék: az azonosságvizsgálat, a fizikális vizsgálat és az álltavédelmi ellenőrzés<sup>28</sup> azonban nem.

---

<sup>28</sup> Állategészségügyi határállomások kézikönyve, 2016. 05., 5. o., [https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/21336/MANUAL\\_2016\\_05.pdf/8f0d4abebdc6-4268-a63f-ece8b2b4c89e](https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/21336/MANUAL_2016_05.pdf/8f0d4abebdc6-4268-a63f-ece8b2b4c89e), letöltve: 2019. 12. 27.

## Együttműködés a vasútvállalatok és a rendészeti szervek között

### *Együttműködés a tervezésben*

A vasúti határállomásokon az időszükségletek összehangolása érdekében a rendészeti szervek és az egyes vasúttársaságok együttműködése szükséges. Ennek keretében a kétoldalú **egyeztetés** idejét úgy célszerű meghatározni, hogy az illeszkedjen az európai menetrend-szerkesztési gyakorlatba.

Az időpont meghatározásához tudni kell, hogy az európai vasúti menetrendeket már a menetrend életbelépése<sup>29</sup> előtt több mint 1 évvel elkezdik tervezni. A tervezési folyamat márciusban ér olyan szakaszba, amikor már nagy biztonsággal ki lehet jelteni, hogy melyik határátmenetben milyen vonatok fognak közlekedni. Ezért a megbeszélést célszerű március közepén megtartani, hogy a március legvégén sorra kerülő európai menetrendi egyeztető megbeszéléseken már a hatósági egyeztetés eredményével lehessen megjelenni, és legyen még lehetőség a vasúti menetrendek megváltoztatására, amennyiben az egyeztetés ezt eredményezi.

Az együttműködés keretében az alábbi témák kerülhetnek megvitatásra:

- az elmúlt és az adott év határőrizeti tapasztalatai;
- utasforgalmi elemzések (utasszámok, utasösszetétel stb.);
- a következő évben, adott határátmenetben közlekedő vonatok;
- a szükséges állásidők meghatározása,
- a jövő év várható intézkedései.

A határőrizeti tapasztalatok segítik a feleket abban, hogy megállapíthassák az egyes határátmenetekben közlekedő vonatokkal kapcsolatos problémákat. Ilyen probléma lehet:

- a belépő vonatok rendszeres késése;
- a kilépő vonatok rendszeres késve érkezése a határállomásra;
- egyes technológiai elemek betarthatatlansága;
- vonatkésések a hatósági ellenőrzés elhúzódásából adódóan.

---

<sup>29</sup> Minden év december második szombatját követő vasárnap 0:00 óra.

Utastforgalmi elemzés esetén a következők megállapítása történhet:

- adott vonaton az utastforgalom változásának okai:
  - tartós csökkenés az adott vonat esetében, de akár adott határátmenetben;
  - jelentős növekedés (például: vízumkényszer eltörlése),;
- utastforgalmi csúcsidőszakok megállapítása (akár napra, időpontra, időszakra vonatkozólag);
- az utastforgalom összetételének elemzése (jellemzően szomszéd országok állampolgárai, EU-s állampolgárok, esetleg jelentős számú EU-n kívüli állampolgár).

Az utastforgalmi elemzés eredménye a megfelelő (vonatonkénti) ellenőrzési létszám megállapíthatósága.

A határállomásonkénti vonatforgalom következő évi bemutatása megmutatja a rendészeti szervnek, hogy adott határátmenetben milyen vonatok fognak közlekedni (távolsági vagy regionális, esetleg mindkét fajta), és elsődleges menetrendi információt nyújt a vonatok határállomási tartózkodásáról, így az ellenőrzés rendje tervezhető. A határőrizeti szerv részéről szükséges paraméter ebben a pontban a párhuzamos vizsgálat lehetősége. A vasútvállalat számára fontos információ, hogy tartózkodhat-e egyszerre az adott határállomáson két nemzetközi vonat (rendszerint egy kilépő és egy belépő), vagy egyszerre csak egy vonat vizsgálata lehetséges.

Az előző pontok „összegzése” az egyes határtartózkodási idők megállapítása. A fenti pontok mind-mind hatással vannak a tartózkodási idők nagyságára. A menetrend struktúrája azonban jelentős korlátozó tényezőként léphet fel. Az alkalmazott menetrendi struktúra meghatározhatja, hogy Magyarország felé a vonatoknak mikor kell indulniuk. Ez a meghatározás percértéket jelent, tehát azt, hogy adott vonatnak az óra melyik percében kell elhagynia a határállomást. Ilyen esetekben a szomszéd ország menetrendjén kell változtatni, ha a határállomásra adódó tartózkodási idő nem elegendő. Ebben az esetben a partner vasútvállalat rugalmasságán (és persze lehetőségein) múlik, hogy realizálható-e a kívánt időtartam.

A másik fontos probléma az utastforgalmi csúcsidőszakok kezelése. Alapvetésként elmondható, hogy a vasúti menetrend egy évre készül, és az év minden napján ugyanaz. Vannak azonban az országban olyan nemzetközi rendezvények, melyek hirtelen emelik meg az utasszámot, és az esemény után az utasszám visszatér a normális keretek közé.

Ilyen események idejére nem érdemes menetrendet módosítani, mert ez csak nehézséget okoz a vasúti üzemvitelben nem csak Magyarországon, de a szomszédos országok vasútjainak üzemében is.

A hirtelen fellépő utasnövekedés ezen események előreláthatóságából adódóan az alábbi megoldásokkal kezelhetők:

- adott napon az ellenőrző létszám emelése (természetes, hogy ilyenkor a közutakon is megemelkedik az átkelni szándékozók száma),
- esetlegesen mentesítő vonatok közlekedtetése, melyek menetrendje igazodik a határállomás rendjéhez (általánosságban elmondható, hogy ezeket a vonatok nem a gyorsaságukért állítják fogalomba),
- az utasforgalom terelése a közlekedő vonatok között.

A várható intézkedések bemutatása során a felek ismertetik, hogy milyen intézkedések várhatók a jövőben, amelyek hatással vannak a vasúti határforgalomra. Ilyen lehet vasútüzemi oldalról például a villamos üzem felvétele és az emiatt elmaradó mozdonycsere vagy rendészeti oldalról valamely ország esetleges schengeni tagsága.

### ***Előjelentések adásának lehetőségei***

A határellenőrzési munka pontosságát, időbeli betarthatóságát és hatékonyságát növelheti, ha a vasúttársaság **előre jelzi** a határállomás felé, hogy adott vonaton hozzávetőlegesen mennyien tartózkodnak indulás után, így a rendészeti állomány időben fel tud készülni az esetlegesen jelentős számú utasra és ennek megfelelő létszámot tud a vonat ellenőrzésére átcsoportosítani. Ennek megfelelően az ellenőrzési létszám operatív módon is változtatható, ezzel is elősegítve a vasúti menetrend betartását.

### **Összefoglaló következtetések**

Az Európai Unió egyik alapjoga a mozgás szabadságának joga<sup>30</sup>. Ez azt jelenti, hogy az uniós polgárokat nem lehet korlátozni mozgásukban. Elvi síkon maradva, a vasúti határállomási hatósági vizsgálat a személyi szabadság korlátozását jelenti.

---

<sup>30</sup> Az Európai Unió alapjogi chartája (2016/C 202/02), 45. cikk, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:12016P/TXT&from=EN>, letöltve: 2019. 12. 27.

Ezt Balla József is megerősíti 2010-es tanulmányában<sup>31</sup>. A bárki és bármi miatt feltartóztatott vonat korlátozhatja a többi utast mozgásában, különösképpen akkor, ha a feltartóztatás miatt bekövetkező késésből adódóan időt, illetve csatlakozásokat veszít az illető polgár. Éppen ezért szükségesek olyan megoldások, melyek az esetek döntő többségében garantálják, hogy a vonatok határvizsgálata miatt késés nem keletkezik, a mozgás szabadsága az azt megilletők számára biztosítható.

Magyarország védelmi felkészítésének keretében ugyanakkor a határokon meg kell felelni az országvédelmi követelményeknek is, mert jogos elvárás az ország polgáraitól, hogy az állam védje őket és az ország területét az idegen agressziótól.

A kétrészes cikksorozat a katonai logisztika határterületének, az ország védelmi felkészítésének határvédelmi vonatkozásait vizsgálta. A határvédelem katonai feladatainak közlekedési aspektusait külön cikkben érdemes vizsgálni.

Az első részben elemeztem azokat a rendszabályokat és stratégiai célokat, amelyek határvédelmi követelményekként értelmezhetők, illetve vizsgáltam a vasúti határállomások üzemi folyamatait. Az európai uniós tagságból eredő határvédelmi kötelezettségek szigorú és hatékony ellenőrzést írnak elő a schengeni külső határokon, melyhez Magyarország egyes határszakaszai is tartoznak. A mindenre kiterjedő vizsgálatokhoz a szükséges időt biztosítani kell.

A cikksorozat második részének fő vizsgálati területe a vasúti versenyképesség megtartása volt. Ebben a részben vizsgáltam a vasúti személy- és áruszállítás versenyképességét, illetve a Befogadó Nemzeti Támogatás keretében végzendő nemzetközi katonai vasúti szállításokkal összefüggő határállomási tevékenységeket. A határállomási munkafolyamatokkal kapcsolatos javaslataimat az alapján fogalmaztam meg, hogy a határvédelmi követelmények teljesíthetők legyenek, és emellett a vasúti szolgáltatásfejlesztési célok is érvényesülhessenek.

A személyszállítási szektorban a közlekedési módok közötti versenyokán a vasúttársaságok alapvető érdeke, hogy a vonatok utazási sebessége minél magasabb legyen, melynek egyik eleme a határtartózkodási idők minimálisra szorítása.

---

<sup>31</sup> Balla József i. m. (2010/1, 18. lj.), 104. o.

Ugyanez mondható el az áruszállításról is. A fuvarozók jogos igénye, hogy az áruk a határokon csak a minimális ideig legyenek fel tartva, és a vasúti áruszállítás sebessége ne legyen alacsonyabb a közúténál.

**A bemutatott vasúti versenyképességi és határbiztosítási stratégiai célok a vasúti határellenőrzési idők csökkentésének irányába mutatnak. Kijelenthető, hogy a két érdek ebben a tekintetben találkozik.**

Az optimális időfelhasználás tervezhetőségének érdekében a cikkben olyan vasútüzemi és határigazgatási fejlesztési lehetőségeket mutattam be, melyekkel a két eltérő irányú időfelhasználás közötti összhang megteremthető.

A tanulmányban leírtak alapján kimondható, hogy a vasúti versenyképesség és a határvédelmi követelményeknek való megfelelés között az alábbi kapcsolatok mutathatók ki:

1. a szükséges határállomási tartózkodási idők hatása a menetidőre jelentős (schengeni és nem schengeni határok esetén egyaránt);
2. a vasúti határállomásokon csak olyan védelmi megoldások alkalmazhatók, amelyek nem növelik az utasok eljutási idejét, elég tesznek a katonai szállítási feladatok igényeinek, és az állásidők csökkenthetőségének irányába hatnak;
3. a szolgáltatásfejlesztési és védelmi célok összhangjának megteremtése mind a vasútállalatok, mind pedig a rendvédelmi hatóságok munkájának pozitív irányú megítélését segítik elő;
4. a vasútállalatok és a rendészeti szervek együttműködése mindkét fél működési hatékonyságát elősegíti.

A vasúti szektor biztonságosabbá tételéhez elengedhetetlenül szükséges az utasok és a vonatok biztonságának megfelelő kialakítása. Ennek egyik részeleme a nemzetközi személy- és tehervonatok megfelelő határellenőrzésének kialakítása. Ezt, mint védelmi lehetőséget, már felvettem a Közlekedéstudományi Szemle 2019/5 számában megjelent cikkemben<sup>32</sup>, melynek részleteit jelen tanulmányomban mutattam be.

---

<sup>32</sup> Lévai Zsolt: A vasúti szektor védelmi lehetőségei terrorakciók ellen, Közlekedéstudományi Szemle, LXIX. évf. 2019/5. szám, pp. 50-71, 66-68. o., ISSN 0023-4362, DOI: 10.24228/KTSZ.2019.5.5



Horváth Attila 2005-ben megjelent cikkében kifejti<sup>33</sup>, hogy a közlekedési védelmi rendszerek kialakítását egységben kell kezelni a terrorizmus elleni védelem és a katasztrófavédelem feladataival, ugyanis enélkül, a védelmi képesség szempontjából nem lehet hatékony közlekedési rendszerről beszélni. A közlekedési rendszerek és ezen belül a vasúti alrendszer védelmi felkészítésének, melynek része a cikkemben kifejtett szolgáltatásfejlesztési és védelmi célok összehangolása, egységes rendszerben, kormányzati szinten kell megvalósulnia. Erről Horváth Attila 2016-ban írt tanulmányában<sup>34</sup> értekezik, kiemelve, hogy a biztonsági kérdések nem lehetnek másodlagosak sem a közlekedési, sem pedig a rendészeti és rendvédelmi szerveknél. Cikkemben a helyzetelemzést követően olyan intézkedési javaslatokat fogalmaztam meg, melyek a vasúti szolgáltatásfejlesztési és védelmi célok közötti összefüggések feltárásával képesek a két célrendszer összhangjának megteremtésére oly módon, hogy teljesítik a védelmi célokat, ugyanakkor nem hátráltatják a vasútüzem menetét és nincsenek negatív hatással az igénybevevők körére sem, valamint kielégítik a Horváth Attila által javasoltakat is. Gyakorlati hasznosításuk így értelmet nyerhet.

## Irodalomjegyzék

1. Állategészségügyi határállomások kézikönyve, 2016. 05., [https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/21336/MA-NUAL\\_2016\\_05.pdf/8f0d4abe-bdc6-4268-a63f-ece8b2b4c89e](https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/21336/MA-NUAL_2016_05.pdf/8f0d4abe-bdc6-4268-a63f-ece8b2b4c89e), letöltve: 2019. 12. 27.
2. Balla József: A biztonság növelése a határforgalom-ellenőrzésben, Határrendészeti tanulmányok, VII. évf. 2010/1. szám, pp. 97-105, ISSN 2061-3997, [http://rendeszet.hu/hatarrendeszetitagozat/2010\\_evi\\_1\\_szam.pdf](http://rendeszet.hu/hatarrendeszetitagozat/2010_evi_1_szam.pdf), letöltve: 2019. 12. 27.
3. Balla József: A biometrikus adatokat tartalmazó úti és személyazonosító okmányok biztonságnövelő hatása a határ- és közbiztonság alakulására, doktori (PhD) értekezés, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi Doktori Iskola, Budapest, 2013. DOI: 10.17625/NKE.2014.009, [http://m.ludita.uni-nke.hu/repository/bitstream/handle/11410/10058/balla\\_jozsef.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://m.ludita.uni-nke.hu/repository/bitstream/handle/11410/10058/balla_jozsef.pdf?sequence=1&isAllowed=y); letöltve: 2019. 12. 27.

---

<sup>33</sup> Horváth Attila: Közlekedési hálózat és az ország védelmi képesség kapcsolata (védelmi követelmények a közlekedésfejlesztésben), Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, 2005., pp 1-9., 7. o.

<sup>34</sup> Horváth Attila: Szempontok a katonai közlekedési rendszer védelemigazgatási és nemzetgazdasági kapcsolatrendszeréről, Katonai Logisztika, XXIV. évf. 2016/külsőszám, pp. 245-266, 261. o.

4. Balla József: A határellenőrzés ideiglenes visszaállításának támogatása, erő-eszköz szükséglete, Határrendészeti Tanulmányok, XV. évf. 2018/2. szám, pp. 4-28. Budapest, ISSN 2061-3997, [https://rtk.uni-nke.hu/document/rtk-uni-nke-hu/Hatrend%20Tan\\_2018\\_2%20sz%C3%A1m.pdf](https://rtk.uni-nke.hu/document/rtk-uni-nke-hu/Hatrend%20Tan_2018_2%20sz%C3%A1m.pdf), letöltve: 2019. 01. 14.
5. Dr. Berényi János – Lévai Zsolt: CORCAP – a környezetbarát áruszállítási folyosók kialakítása útján, In: Horváth Balázs – Horváth Gábor (szerk.): X. Nemzetközi Közlekedéstudományi Konferencia Tanulmánykötet, Széchenyi István Egyetem – Közlekedéstudományi Egyesület, Győr, 2020. paper 38. pp. 1-12.
6. Az Európai Tanács 2252/2004/EK rendelete (2004. december 13.) a tagállamok által kiállított útlevelek és úti okmányok biztonsági jellemzőire és biometrikus elemeire vonatkozó előírásokról, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R2252&from=HU>, letöltve: 2020. 11. 20.
7. Az Európai Unió alapjogi chartája (2016/C 202/02), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:12016P/TXT&from=EN>, letöltve: 2019. 12. 27.
8. Fleischer Tamás: Transzeurópai folyosók – A meglévők hosszabítgatása vagy egy összeurópai hálózat kialakítása?, In: Glatz Ferenc (szerk.): A Balkán és Magyarország – Váltás a külpolitikai gondolkodásban?, MTA Társadalomkutató Központ – Európa Intézet, Budapest, 2007., pp. 365-379., [http://real.mtak.hu/3963/1/fleischer\\_folyosok-toldozgatasa\\_balkan07.pdf](http://real.mtak.hu/3963/1/fleischer_folyosok-toldozgatasa_balkan07.pdf), letöltve: 2019. 12. 27.
9. Harmatos János – Kárpáti László – Lévai Zsolt: Állomási és forgalmi technológiák, MÁV Rt. Tisztképző Intézetének jegyzete, Budapest, 2004.
10. Horváth Attila: Közlekedési hálózat és az ország védelmi képesség kapcsolata (védelmi követelmények a közlekedésfejlesztésben), Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, 2005., pp 1-9., [http://old.biztonsagpolitika.hu/documents/1277414270\\_horvath\\_attila\\_kozlekedesi\\_halozat\\_es\\_az\\_orzag\\_vedelem\\_kepessag\\_kapcsolata\\_-\\_biztonsagpolitika.hu.pdf](http://old.biztonsagpolitika.hu/documents/1277414270_horvath_attila_kozlekedesi_halozat_es_az_orzag_vedelem_kepessag_kapcsolata_-_biztonsagpolitika.hu.pdf), letöltve: 2020. 02. 10.
11. Horváth Attila: Szempontok a katonai közlekedési rendszer védelemigazgatási és nemzetgazdasági kapcsolatrendszeréről, Katonai Logisztika, XXIV. évf. 2016/különszám, pp. 245-266, ISSN 1789-6398, <https://drive.google.com/file/d/0B2IT5sLzLGd-DWE5mS2RPLWdJWEE/view>, letöltve: 2020. 02. 08.

12. Horváth Attila: A katonai logisztika alapképzési szak RSOM felkészítés tapasztalatai, Hadmérnök, XIII. évf. 2018/4 szám, pp. 81-96, [http://hadmernok.hu/184\\_06\\_horvath.pdf](http://hadmernok.hu/184_06_horvath.pdf), letöltve: 2020. 05. 07.
13. Jároscsák Miklós: Áttekintés a befogadó nemzeti támogatás katonai logisztikát érintő igényeiről, Katonai Logisztika, X. évf. 2003/1 szám, pp. 164-189, [http://epa.oszk.hu/02700/02735/00044/pdf/EPA02735\\_katonai\\_logisztika\\_2003\\_1\\_164-189.pdf](http://epa.oszk.hu/02700/02735/00044/pdf/EPA02735_katonai_logisztika_2003_1_164-189.pdf), letöltve: 2020. 05. 08.
14. Kovács Gábor: A határrendészetben ható törvényszerűségek és elvek érvényesülése az illegális migráció elleni küzdelemben, In: Gaál Gyula, Hautzinger Zoltán (szerk.): Modernkori veszélyek rendészeti aspektusai, pp. 221-231, Pécs, 2015. (Pécsi Határőr Tudományos Közlemények 16), <http://www.pecshor.hu/periodika/XVI/kovacs.pdf>, letöltve: 2020. 01. 01.
15. Kui László: A határellenőrzés elveinek és követelményeinek érvényesülési lehetőségei Magyarországon, Hadtudományi Szemle, XI. évf. 2018/2. szám, pp. 268-286, [https://epa.oszk.hu/02400/02463/00039/pdf/EPA02463\\_hadtudomanyi\\_szemle\\_2018\\_02\\_268-286.pdf](https://epa.oszk.hu/02400/02463/00039/pdf/EPA02463_hadtudomanyi_szemle_2018_02_268-286.pdf), letöltve: 2020. 01. 01.
16. Lévai Zsolt: A vasúti szektor védelmi lehetőségei terrorakciók ellen, Közlekedéstudományi Szemle, LXIX. évf. 2019/5. szám, pp. 50-71, ISSN 0023-4362, DOI: 10.24228/KTSZ.2019.5.5, [http://real.mtak.hu/103022/1/50\\_PDFsam\\_ktsz2019\\_oktober-vegleges.pdf](http://real.mtak.hu/103022/1/50_PDFsam_ktsz2019_oktober-vegleges.pdf), letöltve: 2020. 11. 22.
17. Lévai Zsolt – Molnár Balázs: Vasút és turizmus: lehetséges válaszok a globális klímaváltozás kihívásaira, In: Albert Tóth Attila – Happ Éva – Printz-Makó Erzsébet – Kupi Marcell – Török Nikolett (szerk.): Multidiszciplinaritás a Turizmusban, X. Nemzetközi Turizmus Konferencia Tanulmánykötet, Széchenyi István Egyetem, Győr, 2020., pp. 81-98, ISBN 978-615-5837-71-5, [https://id-forg.sze.hu/images/10\\_Turizmus%20Konferencia/Tanulm%C3%A1nyk%C3%B6tetek/Multidiszciplinarit%C3%A1s%20a%20turizmusban%20TANULM%C3%81NYOK.pdf](https://id-forg.sze.hu/images/10_Turizmus%20Konferencia/Tanulm%C3%A1nyk%C3%B6tetek/Multidiszciplinarit%C3%A1s%20a%20turizmusban%20TANULM%C3%81NYOK.pdf), letöltve: 2020. 05. 29.
18. Lévai Zsolt – Molnár Balázs: Greta Thunberg EuroNight: a vasút és a repülés változó versenyhelyzete, In: Horváth Balázs – Horváth Gábor (szerk.): X. Közlekedéstudományi Konferencia, 2020. Győr, Tanulmánykötet, paper 45., pp. 1-20, Széchenyi István Egyetem Közlekedési Tanszék – Közlekedéstudományi Egyesület, Győr, 2020.

19. Magyarország Nemzeti Integrált Határigazgatási Stratégiája 2019-2021, <https://www.kormany.hu/download/6/eb/a1000/Magyarors%C3%A1g%20Nemzeti%20Integr%C3%A1t%20Hat%C3%A1rigazgat%C3%A1si%20Strat%C3%A9gi%C3%A1ja%202019-2021.pdf>, letöltve: 2019. 12. 27.
20. Pap Andrea: A befogadó nemzeti támogatás és a fourlog logisztikai képzési program kapcsolata, Hadmérnök, IV. évf. 2009/1 szám, pp. 129-136, [http://hadmernok.hu/2009\\_1\\_pap.pdf](http://hadmernok.hu/2009_1_pap.pdf), letöltve: 2020. 05. 08.
21. RácZ Johanna: Rossz sci-fibe illő arcfelismerős határvédelmi rendszert tesztelnek a magyar kerítésnél, <https://qubit.hu/2018/11/21/rossz-sci-fibe-illo-arcfelismeros-hatarvedelmi-rendszert-tesztelnek-a-magyar-keritesnel>, letöltve: 2019. 10. 23.
22. Dr. Székely Zoltán: Intelligens Hordozható Ellenőrző Rendszerek – Az IborderCtrl Projekt, III. Turizmus és Biztonság Nemzetközi Tudományos Konferencia Absztrakt kötete, Pannon Egyetem Nagykanizsai Kampusz, 2018. p. 16., ISBN 978-963-396-118-6 <https://uni-pen.hu/files/konferencia/2018/absztraktkotet2018.pdf>, letöltve: 2019. 12. 27.
23. Tajti Balázs: A biometrikus ujjnyomat azonosítás alkalmazásának új lehetőségei, Hadmérnök, VII. évf. 2012/1. szám, pp. 48-58, ISSN 1788-1929, [http://hadmernok.hu/2012\\_1\\_tajti.pdf](http://hadmernok.hu/2012_1_tajti.pdf), letöltve: 2019. 12. 27.

Szatai Zsolt József<sup>1</sup>

## A ROBBANÓANYAG-KERESŐ KUTYÁK ALKALMAZÁSÁNAK LOGISZTIKAI TÁMOGATÁSA

<https://doi.org/10.30583/2020.4.132>

### **Absztrakt:**

*A tanulmányban a robbanóanyag-kereső kutyák alkalmazásához szükséges logisztikai támogatási feladatokat mutatom be. Az utóbbi évtizedekben a biztonsági környezet jelentős változásának eredményeképpen megnövekedett és kiemelt fontosságú feladattá vált a robbanóanyagok felderítése. Számos új technikai eszköz jelent meg, azonban a robbanóanyag-kereső kutyák alkalmazása nem vesztett a fontosságából. Azonban szolgálati állatokat alkalmazó katonai kötelékek megfelelő logisztikai támogatásához szükség van az általános gyakorlattól eltérő szakterületek bevonására is.*

**Kulcsszavak:** robbanóanyag-kereső kutya, állatélvelmezés, állategészségügy, logisztika

### **Abstract:**

*In this study, I present the logistical support tasks required for the use of explosive detection dogs. In recent decades, as a result of significant changes in the security environment, the detection of explosives has become an increased and priority task. A number of new technical devices have emerged, but the use of explosive detection dogs has not lost its importance either. Adequate logistical support for military personnel using service animals also requires the involvement of non-standard disciplines.*

**Keywords:** explosive detecting dog, animal feeding, veterinary service, logistics

---

<sup>1</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi Doktori Iskola, doktorandusz, email: [szataizsolt@gmail.com](mailto:szataizsolt@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6963-0500>

## Bevezetés

Az állatok domesztikációja<sup>2</sup> egy olyan folyamat, amely teljes egészében megváltoztatta az emberek életét. Az ember már a korai időszakban is felismerte a háziasított állatokban rejlő lehetőségeket. A hásonállatok gazdaságban betöltött szerepén túl felismerte, hogy bizonyos állatfajok a fegyveres összeütközések megelőzése vagy azok megvívása során különféle egyéb feladatokra is jó hatékonysággal alkalmazhatóak.<sup>3</sup> Különösen igaz ez az állítás a kutyára. Az emberi fejlődéstörténet ezen időszakában az emberrel történő interakció során az ember és a kutya egyaránt, mindkét fél számára előnyös változásokon ment keresztül, vagyis egymással koevolúcióban fejlődött.<sup>4</sup> Azaz a háziasítás folyamata egyaránt hatott az emberre és a kutyára, illetve ezen túlmenően a társadalomra, a szokásaikra és a közösségben betöltött szerepeikre, illetve az őket körülvevő környezetre is.

A kutyák nagyban hozzájárultak az emberi csoport túléléséhez, és megfigyelésük segítette az embert saját fejlődésében.<sup>5</sup> A kutya kimagasló képességeivel napjainkban is segíti az embert, így kiemelkedő szaglóképességét kihasználva hatékonyan alkalmazható robbanóanyag-kereső feladatok végrehajtására.<sup>6</sup>

*„A robbanóanyag-kereső kutyák a képzettségüknek megfelelően képesek a tanult szaganyagok felkutatására, annak érzékelése esetén a tanult és kívánatos jelzés mód végrehajtására, és megfelelő akklimatizációt követően, e feladataikat bármely napszakban, évszakban és időjárási körülmények között képesek végrehajtani a lehetséges katonai alkalmazás teljes vertikumában.”<sup>7</sup>*

Azonban e képességeket csak akkor lehet hatékonyan alkalmazni, ha az alkalmazáshoz szükséges feltételek is teljesülnek. A kutya nem automatizált rendszer, hanem élőlény, ennek megfelelően alkalmazásának sajátos előírásai vannak, melyeket minden esetben figyelembe kell venni a feladatok tervezésekor. A szolgálati kutyával megerősített katonai kötelékek alkalmazásához a megszokottól eltérő logisztikai tá-

---

<sup>2</sup> Domesztikáció: háziasítás

<sup>3</sup> SZATAI 2019, 66.

<sup>4</sup> MIKLÓSI 2010, 161.

<sup>5</sup> Uo., 164.

<sup>6</sup> HORVÁTH 2019, 96.

<sup>7</sup> MÚ/45, a Magyar Honvédség Tűzszerész Szabályzata, II. rész, I-2/1.2.11.

mogatásra is szüksége van. A témához kapcsolódó hazai szakirodalom csak minimális szinten áll rendelkezésre, így jelen tanulmányom elkészítésekor saját tapasztalataimat is felhasználtam.

## **A robbanóanyag-kereső kutyák alkalmazásának logisztikai támogatása**

A szolgálati kutyák kiképzése, szolgálatellátása, igénybevétele és alkalmazása elképzelhetetlen a megfelelő logisztikai feltételek teljesülése nélkül. A támogatási feladatok az alábbi területekre terjednek ki:

- 1) élelmezés;
- 2) állategészségügy;
- 3) szállítás;
- 4) elhelyezés;
- 5) valamint felszerelési, kiképzési és ápolási anyagokkal történő ellátás.

### **1) A robbanóanyag-kereső kutyák élelmezése**

A kutyák kielégítő és helyes táplálása, azaz a megfelelő táplálék és ivóvíz biztosítása határozza meg az állat kondícióját, ellenálló és teherbíró képességét, összességében a természetes életfolyamatainak zavartalanságát. Fontos, hogy a felkínált táplálék biztosítsa a kutya szervezete számára nélkülözhetetlen tápanyagokat, megfelelő mennyiségű és minőségű fehérjét, zsírt, szénhidrátot, ásványi anyagokat és vitaminokat. A fegyveres erők és rendvédelmi szervek által alkalmazott gyakorlatnak megfelelően, a robbanóanyag-kereső kutyák ellátására csak olyan, a kereskedelmi forgalomban beszerezhető táp vehető igénybe, amely megfelel az előírt minőségi és beltartalmi értékeknek.

Bevett gyakorlat, hogy a szolgálati kutyák naponta egyszer kapnak ételmezt, a napi feladatoktól függően a kutyák etetésére általában a napi kiképzést és alkalmazást követően, a kutya pihenőidejének kezdetekor kerül sor. Alapvető követelmény, hogy a kutyákat minden esetben a pihenőhelyen, s nem a szolgálatellátás helyén kell etetni és gondozni. Az alkalmazások tervezésekor fontos körülmény, hogy a kutyák számára az etetést követően minimum két óra pihenőt kell biztosítani, és a pihenőidő alatt a kutyák bármilyen terhelése nem megengedett.

Ezen szabályok betartása különösen fontos a szolgálati állatok alkalmazhatóságának fenntartása érdekében, ugyanis ellenkező esetben a táplálék elfogyasztása utáni fizikai megterhelés egészségügyi problémákat okozhat, amely egy speciálisan képzett robbanóanyag-kereső kutya esetében – tekintettel annak összetett kiválasztási rendszerére és a kiképzésének időtartamára – az alkalmazó szervezet ideiglenes képességcsökkenését is eredményezheti, súlyos esetben elhullással is járhat.

A nagy testű munkakutyák napi energiaigénye szolgálati alkalmazás esetén 2400 -2600 kcal (10500 - 10880 kJ).<sup>8</sup> A keresőkutyák számára az alábbi beltartalmi értékekkel rendelkező tápok javasoltak:

JAVASOLT BELTARTALMI ÉRTÉKEK A KERESŐ KUTYAÁLLOMÁNY RÉSZÉRE<sup>9</sup>

1. számú táblázat

Beltartalmi értékek		
Nyers fehérje	minimum	20,0%
Nyers zsír	minimum	12,0%
Nyers rost	maximum	3,0%
Nedvesség	maximum	9,0%
Nyers hamu	minimum	4,0%
Kalcium	minimum	6 g/kg
Foszfor	minimum	5 g/kg
Metabolizálható energia		14-17 MJ/kg

Az erők védelmét biztosító kutyák esetében, tekintettel azok alkalmazása közbeni fokozottabb fizikai igénybevételére, az alábbi értékeket javasolt figyelembe venni:

<sup>8</sup> HORKAY 2012, 35.

<sup>9</sup> 21/380. Szakutasítás a Magyar Honvédség robbanóanyag-kereső kutyaállománya kiképzésére, ellátására és a szolgálat szabályozására, 25.  
(A hivatkozott szakutasítást a 325/2019. HM Parancsnok intézkedése hatálytalanította, azonban a cikk forrásanyag-gyűjtésének és megírásának idején még hatályos volt. A szerkesztő megjegyzése)



JAVASOLT BELTARTALMI ÉRTÉKEK AZ ŐRŐ-VÉDŐ KUTYAÁLLOMÁNY RÉSZÉRE<sup>10</sup>

## 2. számú táblázat

Beltartalmi értékek		
Teljes fehérje	minimum	32,0%
Teljes zsír	minimum	30,0%
Teljes rost	maximum	4,3%
Nedvesség	maximum	10,0%
E-vitamin	minimum	700 mg/kg
C-vitamin	minimum	350 mg/kg
Glukózamin	minimum	390 mg/kg
Kondroitin	minimum	110 mg/kg
L-karnitin	minimum	50 mg/kg

Az előzőekben felsorolt anyagokon kívül étrend-kiegészítők, illetve kiegészítő takarmányok is alkalmazhatók: munkakutyáknak kifejlesztett vitaminok kúraszerűen, porcízületvédő készítmények, immunerősítő-roboráló készítmények, melyek biztosítása központilag történik. A szolgálati kutyák élelmezésére kiegészítő táplálékként konyhai ételmaradék, azaz még ki nem osztott étel felhasználható, amennyiben biztosítható a szükséges mikro- és makrótápanyagok bevitele, valamint az a kutya számára mérgező vagy káros anyagot nem tartalmaz, és a megfelelő tárolási hőmérséklet folyamatosan biztosított volt. Ezen kívül, az élelmiszerhigiénia által megengedett maximális tárolási idő nem lett túllépvé. Ételhulladékkal táplálni tilos!

A szolgálati kutyák helyes táplálásának legegyszerűbb módja a száraz táppal történő etetés. Napjainkban a kereskedelmi forgalomban kapható száraz tápok rendkívül változatosak, és a magasabb minőségi osztályú termékek általában tartalmazzák is az előzőekben ismertetett értékeket. Az állatélelmezési anyagok tárolásához külön tárolóhelyiséget kell

<sup>10</sup> 21/350. Szakutasítás a Magyar Honvédség őrző-védő kutyaállománya kiképzésére, ellátására és a szolgálat szabályozására, 55.

(A hivatkozott szakutasítást a 325/2019. HM Parancsnok intézkedése hatálytalanította, azonban a cikk forrásanyag-gyűjtésének és megírásának idején még hatályos volt. A szerkesztő megjegyzése)

kialakítani, a tápot raklapon, a faltól 10 cm-re elhúzva kell tárolni - megelőzendő az átnedvesedést, a penész és a kutya egészségére káros gombatoxinok megjelenését, valamint a következményes táp beltartalmi értékek megváltozását -. A rágcsálókat távol kell tartani a tárolt élelmiszer-anyagoktól! Annak ellenére, hogy a száraz tápok tábori körülmények között is jobban eltarthatók, kiemelt fontossággal kell kezelni az azok tárolására kijelölt helyiség hőmérsékletét és páratartalmát. Hasonló gondossággal kell eljárni az állatelelmezési anyagok szállítása közben is.

## **2) A robbanóanyag-kereső kutyák állategészségügyi ellátása**

A szolgálati kutyák hadrafoghatóságát és bevethetőségét a megfelelő szintű kiképzés és továbbképzés mellett az állatok egészségi állapota is döntően befolyásolja. A kutya erőnléte és idegállapota meghatározza annak alkalmazhatóságát. A különböző fertőző betegségek legtöbbször az állat elhullását vagy olyan elváltozások, betegségek kialakulását okozzák, amelyek a szolgálatból való hosszabb idejű vagy végleges kiesését eredményezik. A szolgálati állatok egészségmegóvásának alapja a kutyagondozók és a kutyavezetők lelkiismeretes munkája. A napi ellátás és a munka során a kutyavezetők és a -gondozók vehetik észre leghamarabb a szolgálati kutya egészségében bekövetkezett bárminemű változást.

Az állategészségügyi ellátások több kategóriába sorolhatók, annak jellege, a személyi állomány felkészültsége, illetve a rendelkezésre álló felszerelés alapján. Ezek lehetnek:

- a) megelőző állategészségügyi kezelés/ellátás;
- b) elsősegélynyújtási feladat;
- c) ambuláns orvosi ellátás;
- d) szakorvosi ellátás;
- e) rehabilitációs ellátás.

A megelőző állategészségügyi kezelés körébe tartozó feladatok az ellátást végző személye és felelőssége tekintetében lehetnek: a kutya-vezető által végrehajtott, illetve szakképzett állategészségügyi szakember által végrehajtott tevékenységek.

<b>A javasolt ellenőrzések listája</b>								
<b>Ellenőrzés tárgya</b>	<b>N</b>	<b>H</b>	<b>2H</b>	<b>HA</b>	<b>NÉ</b>	<b>FÉ</b>	<b>É</b>	<b>ES</b>
A szemek ellenőrzése	K						A	K
A fülek ellenőrzése		K					A	K
A száj és a fogazat ellenőrzése		K					A	Á
Az orrüreg ellenőrzése		K					A	K
A bőr ellenőrzése	K						A	K
A végtagok ellenőrzése	K						A	K
Vizelet és széklet ellenőrzése	K							K
Testhőmérséklet ellenőrzése				K			A	K
Testsúly ellenőrzése				K				Á
Paraziták ellenőrzése		K						Á

Jelmagyarázat: N napi,  
H heti,  
2H kétheti,  
HA havi,  
NÉ negyedéves,  
FÉ fél éves,  
É éves,  
ES eseti jelleggel, feladatok előtt mindenkor,  
K kutyavezető által végrehajtott ellenőrzés,  
Á állategészségügyi személyzet által végrehajtott ellenőrzés.

A 3. táblázat szerinti ellenőrzések következetes és lelkiismeretes végrehajtása hozzájárul a szolgálati kutyák egészségmegővéséhez, és ezzel együtt biztosítja azok feladatvégrehajtásra alkalmas állapotban tartását és hadrafoghatóságát. Minderre nagyon jó példa a kutyák testsúlyának mérése. A szolgálati kutyák testsúlymérését minden hónapban javasolt végrehajtani, függetlenül attól, hogy tapasztalunk-e bármilyen eltérést vagy volt-e megbetegedés az elmúlt időszakban,

<sup>11</sup> A táblázatot készítette a szerző.

annak érdekében, hogy az indokolatlan vagy túlzott testsúlynövekedés vagy -csökkenés egészségügyi okai mielőbb megállapíthatók legyenek. A mért adatokat meghatározott módon dokumentálni kell, és javasolt az állomány összesített adatait tartalmazó jelentés megküldése a szolgálati állatok felügyeletét ellátó állatorvos felé is. Amennyiben ez következetesen végrehajtásra kerül, nagy valószínűséggel időben észlelhetőek és ezáltal gyógyíthatóak olyan megbetegedések, állapotváltozások, amelyek a későbbiekben a kutya szolgálatkiesését eredményeznék.

A megelőző állategészségügyi kezelés/ellátás körébe az alábbi feladatok tartoznak:

- a) a szolgálati kutyák elhelyezési körletének tisztántartása és időnkénti fertőtlenítése;
- b) a kutya rendszeres ápolása, gondozása (szőrzetápolás, karomvágás, fültisztítás, fogkömegelőzés, kullancseltávolítás)
- c) az állatéllelmezési előírások betartása és az ivóvíz folyamatos biztosítása;
- d) a betegségmegelőzéshez szükséges állatgyógyászati készítmények rendszeres adagolása;
- e) kötelező és ajánlott védőoltások beadása.

A kutyavezető által végrehajtott elsősegélynyújtási feladatok az alábbiak lehetnek a teljesség igénye nélkül:

- a) törések rögzítése, lázcsillapítás;
- b) vágások, vérző sebek ellátása;
- c) égési sérülés ellátása;
- d) rovarcsípés, kígyómarás ellátása, kullancs eltávolítása;
- e) idegen test eltávolítása a száj és/vagy orrüregből;
- f) túlhevülés, hőtorlódás ellátása.

Az elsősegélynyújtás feladatainak pontos és esetenként életmentő fontosságú végrehajtása érdekében a kutyavezetőnek rendelkeznie kell egyéni elsősegélynyújtó felszereléssel. E készletet/készleteket a kutyavezetőnek magánál kell tartania minden esetben, ha a kutya az elhelyezési körletét elhagyva alkalmazásra kerül, továbbá több kutya ellátását is biztosító elsősegélynyújtó készleteket kell biztosítani a kutyavezetők számára 24 órán belül elérhető helyen. Ezt célszerű a kutyák

elhelyezési körleténél és/vagy a kiképzésükre szolgáló létesítményekben tárolni. Azonban az elsősegélynyújtási feladatok végrehajtása, nem képzelhető el a kutyavezetők alapos, gyakorlat-centrikus képzése nélkül. Ennek érdekében általában a kutyavezetői szaktanfolyamokon nagy hangsúlyt fektetnek az állategészségügyi oktatásra és a későbbi szolgálatellátás alatt a megszerzett ismeretek szinten tartására. Az állategészségügyi kiképzések programját, azok tervezésével és szervezésével kapcsolatos feladatokat jelen tanulmányomban nem ismertetem, azt a későbbiekben külön tanulmányként készítem el. Az állategészségügyi ellátás szintjei az alábbiak lehetnek:

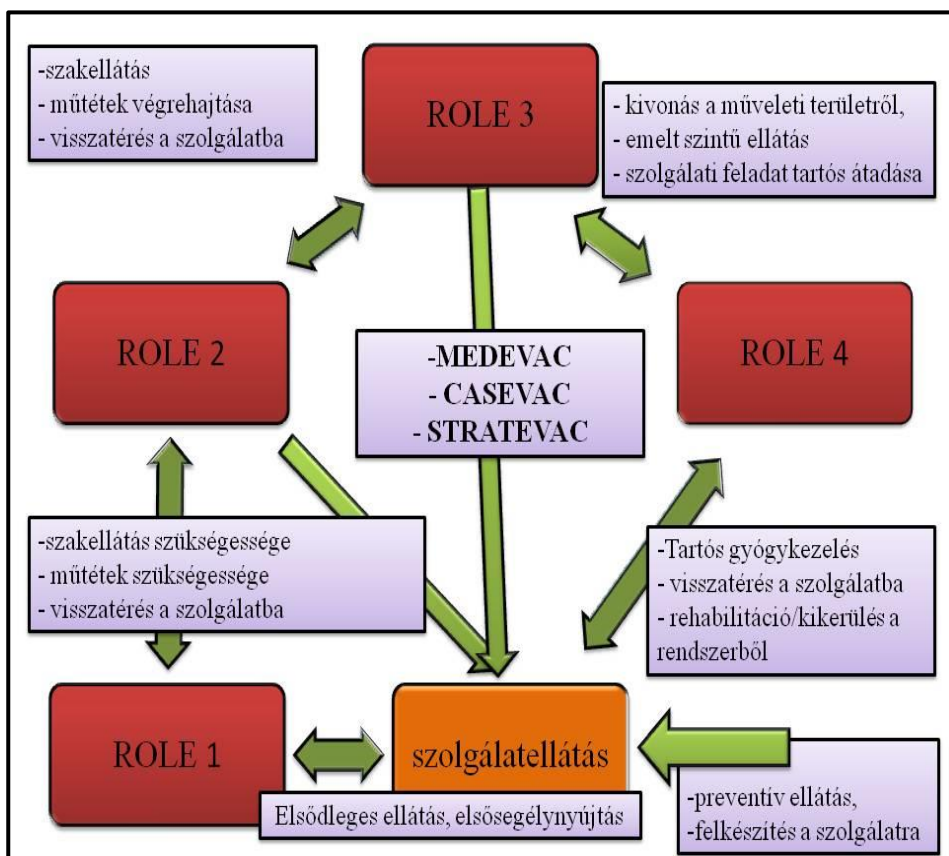
### AZ ÁLLATEGÉSZSÉGÜGYI ELLÁTÁS SZINTJEI<sup>12</sup>

#### 3. számú táblázat

<b>ROLE 1</b>	
Napi szintű állategészségügyi ellenőrzések elvégzése. Az esetleges még orvosi beavatkozást nem igénylő megbetegedések és sérülések kezelése, annak érdekében, hogy a kutya mielőbb visszatérhessen a szolgálatba, vagy felkészítse egy emeltebb állategészségügyi ellátást biztosító szervezethez történő szállításra.	
állategészségügyi támogatás	felszerelés/képesség
nincs	szolgálati kutyás elsősegély készlet
<b>ROLE 2</b>	
Napi szintű állategészségügyi ellenőrzések elvégzése, állategészségügyi szak személyzet által. Az orvosi beavatkozást igénylő megbetegedések és sérülések kezelése, újjáélesztés vagy az állapot stabilizálása és felkészítse egy emeltebb állategészségügyi ellátást biztosító szervezethez történő szállításra.	
állategészségügyi támogatás	felszerelés/képesség
rendelői szakellátás	Altatóorvos, sebészeti műtő, szakasszisztencia, fogászat, gyógyszer-ellátás, laboratórium.
<b>ROLE 3</b>	
Állatkórház szintű ellátás biztosítása, szükség szerinti felkészítés egy esetleges stratégiai evakuálás végrehajtására a hazai békekörnyezetben lévő állatkórház felé.	
állategészségügyi támogatás	felszerelés/képesség
állatkórház	röntgen berendezések, ultrahang, fejlettebb laboratórium, sebészeti és ortopédiai műtők.
<b>ROLE 4</b>	
Hazai, békekörnyezetben lévő teljesen felszerelt állatkórház.	

<sup>12</sup> A táblázatot készítette a szerző

Az előzőekben ismertetett állategészségügyi ellátás szintjei megvalósíthatók a rendelkezésre álló erőforrások és lehetőségek függvényében az adott ország haderejének állatorvosai, a Szövetség<sup>13</sup> részeként más tagország haderejének állatorvosai, illetve a Befogadó Nemzeti Támogatás keretében, más partnerország haderejének állatorvosai által is. De szükség esetén együttműködési megállapodás keretében az állategészségügyi ellátást polgári állatorvosok is végezhetik. Az ellátás lehetséges folyamatát és annak szintjeit, tartalmát és átjárhatóságát az alábbi ábrán szemléltem.



1. számú ábra. Az állategészségügyi ellátás lehetséges folyamata<sup>14</sup>

A külföldi szolgálatteljesítésre vezényelt kutyák és vezetőik, alapvetően nemzeti vagy többnemzeti összetételű kötelék tagjaként, de minden esetben nemzetközi környezetben teljesítenek szolgálatot. E nemzetkö-

<sup>13</sup> Szövetség alatt alapesetben az Észak-atlanti Szerződés Szervezetét (NATO) értem.

<sup>14</sup> Az ábrát készítette a szerző.

ziség megkívánja, hogy a katonai alkalmazás helyére érkező kutyák egyfajta egységes vagy közel egységes eljárásmodot követve és mindezeket ellenőrizhetően dokumentálva kerüljenek kiküldetésre. Ennek érdekében állategészségügyi vizsgálatok és felkészítések szükségesek, amelyeket a 21/2015. (IV. 30.) FM rendelet a kedvtelésből tartott állatok nem kereskedelmi célú szállításának állategészségügyi feltételeiről előírásai szerint kell végrehajtani, attól függően, hogy a célország tagállam vagy harmadik ország. A misszió megkezdése előtt legalább 3 hónappal booster veszettség elleni vakcinázást kell alkalmazni. Kiutazás előtt ellenőriztetni szükséges a veszettség oltás hatékonyságát szerológiai, neutralizációs teszttel. A vizsgálat akkor megfelelő, ha a veszettség ellenes antitest-koncentráció egyenlő vagy nagyobb, mint 0,5 NE. A laborvizsgálat és az állat egyéb klinikai vizsgálatának eredményét a vonatkozó rendeletben<sup>15</sup> meghatározott Európai Állatútlevelelben kell dokumentálni. Célszerű ellenőrizni a kombinált és kennek köhögés elleni vakcinázások érvényességét is.<sup>16</sup> Ezen ellenőrzések a kutya egészségi állapotának, megbetegedésekkel szembeni védettségének, ellenálló képességének megállapítása céljából készülnek, és ezek alapján határozzák meg az úgynevezett „telepíthetőségi státuszát”, melyet minden esetben dokumentálni kell. Ennek érdekében a tervezett kiutazás előtt, de mindenképpen 10 napon belül, el kell végezni a kutyák utolsó vizsgálatait, és azokat az állatútlevelelben rögzíteni kell. Többnemzeti környezetben előfordulhat, hogy egyes nemzetek szabályozói eltérőek lehetnek, azonban a fenti minimális követelményeket minden nemzetnek teljesítenie kell.

Figyelembe kell venni azt, hogy a várható alkalmazási területen a hazaitól jelentősen eltérőek lehetnek az éghajlati és terepviszonyok. Továbbá a katonai alkalmazásból adódó sajátosságok miatt az alkalmazási körzetben nem minden esetben áll rendelkezésre megfelelő szintű állategészségügyi szolgáltatás, illetve az elérhető állategészségügyi szolgáltatás helyszínére történő eljutás kellően időigényes lehet vagy a biztonsági helyzet függvényében fokozottan veszélyes is. Ennek ismeretében kiemelt fontosságú, hogy a műveleti területre csak megfelelő egészségi állapotban lévő szolgálati kutya kerüljön ki, ezzel is csökkentve a szolgálatellátás alatti képességvesztés kockázatát. Ennek érdekében a külföldi szolgálatteljesítésre történő vezénylést

---

<sup>15</sup> 21/2015. (IV. 30.) FM rendelet a kedvtelésből tartott állatok nem kereskedelmi célú szállításának állategészségügyi feltételeiről.

<sup>16</sup> 21/380. Szakutasítás a Magyar Honvédség robbanóanyag-kereső kutyaállománya kiképzésére, 28.

megelőző állategészségügyi vizsgálat eredményétől függően az alábbi alkalmassági kategóriák használata javasolt.<sup>17</sup>

**1. KATEGÓRIA (CAT 1):** – korlátozás nélkül telepíthető az állat, ha:

- a) jó egészségügyi, fizikai és pszichikai állapotban van ahhoz, hogy a várható alkalmazás körzetében ismert vagy előre nem látható problémákat, a rendelkezésre álló állategészségügyi támogatás figyelembevételével képes elviselni és tervezett feladatait végrehajtani;
- b) könnyen tolerálja a környezeti és éghajlati változásokat, képes a gyors akklimatizációra;
- c) nem rendelkezik korábbi és visszatérő egészségügyi problémával, amely befolyásolná a feladat végrehajtását;
- d) az előírt klinikai vizsgálatok eredményei a megadott határértékeken belül vannak.

**2. KATEGÓRIA (CAT 2)** – korlátozással telepíthető az állat, ha:

- a) megfelelő egészségügyi, fizikai és pszichikai állapotban van ahhoz, hogy a várható alkalmazás körzetében ismert vagy előre nem látható problémákat képes elviselni és tervezett feladatait végrehajtani,
- b) megfelelően tolerálja a környezeti és éghajlati változásokat, képes a gyors akklimatizációra;
- c) rendelkezik korábbi és visszatérő egészségügyi problémával, amely nem befolyásolja a feladat végrehajtását, de a telepíthetőségi körzetét a rendelkezésre álló állategészségügyi támogatás figyelembevételével kell végrehajtani;

**3. KATEGÓRIA (CAT 3)** – ideiglenesen nem telepíthető az állat, ha:

- a) adott időpontban nincs megfelelő egészségügyi, fizikai és pszichikai állapotban ahhoz, hogy a várható alkalmazás körzetében ismert vagy előre nem látható problémákat kezelni tudja;
- b) nem megfelelően tolerálja a környezeti és éghajlati változásokat, nem képes a gyors akklimatizációra;

---

<sup>17</sup> AMWDP-1 NATO standard, Military Working Dog (MWD) capabilities, Edition B, Version 1, 2018.



- c) rendelkezik korábbi és visszatérő egészségügyi problémával, amely adott állapotában befolyásolja a feladat végrehajtását;
- d) az előírt klinikai vizsgálatok eredményei a megadott határértékektől eltérőek.

Az állapotváltozást pozitív irányba jelentősen befolyásoló vagy az egészségügyi problémák teljes megszűnését eredményező gyógykezelések elvégzése után újbóli vizsgálatok szükségesek annak megállapítása céljából, hogy a kutya milyen további feladatokra tervezhető. Ezen időszak alatt, ha megfelelő állategészségügyi szolgáltatások rendelkezésre állnak, és az állatorvos engedi, hazai békekörnyezetben szolgálati feladat ellátására alkalmazható.

#### **4. KATEGÓRIA (CAT 4) – nem telepíthető az állat, ha:**

- a) adott időpontban nincs megfelelő egészségügyi, fizikai és pszichikai állapotban ahhoz, hogy a várható alkalmazás körzetében ismert vagy előre nem látható problémákat kezelni tudja;
- b) nem megfelelően tolerálja a környezeti és éghajlati változásokat, nem képes a gyors akklimatizációra;
- c) rendelkezik korábbi és visszatérő egészségügyi problémával, amely adott állapotában befolyásolja a feladat végrehajtását;
- d) az előírt klinikai vizsgálatok eredményei a megadott határértékektől eltérőek.

Amennyiben a szolgálati kutya egészségi állapotában olyan eltérések vannak, melyek tartós gyógykezelést indokolnak ezen időszak alatt, ha megfelelő állategészségügyi szolgáltatások rendelkezésre állnak, és az állatorvos engedi, hazai békekörnyezetben szolgálati feladat ellátására alkalmazható, de annak a lehetősége, hogy a kutya külföldi kiküldetésre kerüljön a közeljövőben, nem valószínű.

A kizárólagos hazai környezetben végrehajtott feladatokra történő vezénylés mellett a szolgálati kutyát alkalmazó parancsnoknak és a kezelő állatorvosnak meg kell fontolnia a kutya tartós rehabilitációjának vagy szolgálati feladatra való alkalmatlanságának lehetőségét is. Amennyiben a közös döntés a szolgálatra való alkalmatlanság és ezáltal a kutya leszerelése, nyugdíjazása, akkor az állatot tartó katonai

szervezet feladata új tulajdonos felkutatása. A kutya átadása dokumentáltan, központi engedéllyel, az állategészségügyi kiskönyvnek/állatútlevelének és a szolgálati idő alatt készült összes állatorvosi kórlap, eredmény átadásával történik, tájékoztatva az új tulajdonost szóban is, milyen betegségekkel rendelkezik a kutya.

### **3) A robbanóanyag-kereső kutyák elhelyezése**

A kutyák szolgálati idejük alatt munkát végeznek és ezzel az embert segítik. Szükséges tehát megfelelő környezetről, tartási helyről gondoskodni, hogy ezzel az állat számára nyugodt pihenést tudjunk biztosítani. Jó környezet, jó tartási hely és helyes táplálás mellett a kutya egészséges marad, és munkájában egyenletes, jó teljesítményt tud nyújtani. Alapvetően meg kell különböztetni a szolgálati kutya pihenésére, kiképzésére szolgáló és a szolgálatellátást, alkalmazást biztosító elhelyezési körleteket, szolgálati helyeket. A szolgálati kutya elhelyezése biztosítható állandó elhelyezési körletben és ideiglenes elhelyezésként.

Állandó elhelyezés lehet:

- a) katonai objektumban, hazai környezetben lévő létesítmény (kennel);
- b) katonai objektumban, külszolgálatban lévő létesítmény;
- c) a kutyavezető otthonában;
- d) szerződés szerint más létesítményben.

Ideiglenes elhelyezés lehet:

- a) ideiglenes, mobil kennel;
- b) gépjármű, kutyaszállító utánfutó;
- c) mobil szállítódoboz.

Bármelyik elhelyezésről legyen is szó, a szolgálati kutyák elhelyezési körletét száraz, szélvédett, csendes, zavaró ingerektől mentes helyen kell kijelölni, ahol a kutyák nyugodtan pihenhetnek, és a személyi állománnyal lehetőség szerint nem, vagy csak keveset érintkezhetnek. A kutyák részére kifutóval ellátott kenneleket kell kialakítani. A kifutót napos helyen kell elhelyezni, de ügyeljünk arra, hogy nyári időben legyen ár-

nyékot adó fa, fal stb. a közelben. A kifutó alapterülete legalább 2x4 méter legyen. Ezt a területet 200 cm magasságig dróthálóval célszerű körülkeríteni, azonban a kutyák egymás felőli részén hézagmentes válaszfalat kell kialakítani. A kenneleket padozattal kell ellátni, ügyelve arra, hogy a téli időszakban a padló melegebb legyen. Ezt megfelelő szigeteléssel vagy a lehetőségekhez mérten fűtőszőnyeg alkalmazásával lehet elérni. A padlóba beépített lefolyót kell kialakítani, amely megkönnyíti a kennel tisztántartását. A betonaljzat fölé keményfából készült kazettákat kell kihelyezni, amelyeknek mobilnak és könnyen moshatónak kell lenniük, ugyanis a beton hosszú távon árt a szolgálati kutya talpának, ízületeinek és szőrzetének egyaránt. A kifutókban a kutyát minden esetben szabadon kell tartani.<sup>18</sup>

A kennel területén kutyaólat is ki kell alakítani, amely biztosítja az állat feladatok közötti zavartalan pihenését. A kutyaházat úgy kell kialakítani, hogy hűvösebb időben az állat legyen képes azt testhőmérsékletével befűteni. Az állatok elhelyezésénél figyelembe kell venni az adott faj élettani területigényét, illetve a vonatkozó állategészségügyi szakhatósági, illetve építési szakhatósági előírásokat. A szolgálati kutya elhelyezése során különös figyelmet kell fordítani a közegészségügyi, járványügyi, állat-, környezet- és munkavédelmi előírások betartására és betartatására.



2. számú ábra. Állandó elhelyezést biztosító kennel az MH Hadikikötőben<sup>19</sup>

<sup>18</sup> 21/380. Szakutasítás a Magyar Honvédség robbanóanyag-kereső kutyaállománya kiképzésére, ellátására és a szolgálat szabályozására, 27.

<sup>19</sup> A képet készítette a szerző.

Az ideiglenes, tábori elhelyezés kialakítása függ az elhelyezendő kutyák számától, képzettségétől és az elhelyezés tervezett időtartamától, valamint az esetleges váltások és "műszakok" tervezett rendjéről. Törekedni kell a friss folyóvíz biztosításáról a kenneleknél vagy azok közelében, illetve azokat úgy kell kialakítani, hogy a megfelelő árnyékolás biztosított legyen, védje a kutyákat a napsugárzás káros hatásaitól, valamint biztosítson védelmet a területen esetlegesen előforduló porviharok ellen is.

Amennyiben fennáll az esetleges támadások, belövések veszélye, a személyi állomány elhelyezési körletéhez hasonlóan ki kell alakítani a szolgálati kutyaállomány védelmét, testi épségét biztosító rendszereket is. Ennek megállapítása érdekében javasolt egy, a szolgálati kutyaállomány biztonságát elsődlegesen meghatározó kockázatelemzés végrehajtása a kutyavezetők bevonásával. Az elemzés az általános követelményeken túlmenően mindenképpen tartalmazza:

- a) a lehetséges ellenséges tevékenység jellegét;
- b) a direkt és indirekt tűz által okozott veszélyeket, az azok elleni védelem lehetőségét;
- c) az esetleges robbanás káros hatásai elleni védelmet, figyelembe véve a másodlagos és harmadlagos hatásokat (a robbanás által mozgásba hozott tárgyak, azok darabjai);
- d) a pihenőkörlet elzártságának, esetleges elzárásának lehetőségét annak érdekében, hogy illetéktelenek ne juthassanak a kennelek közelébe (figyelembe kell venni a területen időszakosan vagy állandóan munkát végző helyi lakosokat is);
- e) a fizikai sérülést okozó, felületet borító anyagokat (üvegcserepek, éles kövek stb.), azok eltávolítási lehetőségét;
- f) a mérgezést okozó anyagokat, azok eltávolítását vagy mentesítését;
- g) a nagy forgalmú létesítményekre, területekre történő közvetlen rálátás megakadályozását;
- h) a speciális anyagokat tároló helyek, raktárak távolságát a kennelektől;
- i) a rendelkezésre álló egészségügyi ellátási hely távolságát, megközelíthetőségét;
- j) a kennek tisztítási, fertőtlenítési lehetőségeit;

- k) az ivóvíz vételezési és tárolási lehetőségeit;
- l) az állatételmezés megfelelő tárolásának lehetőségét.

Végeredményben bármely elhelyezési típust is alkalmazzuk, a tervezésnek és a kivitelezésnek a szolgálati kutyák biztonságát előtérbe helyező módon kell megvalósulnia.

#### **4) A robbanóanyag-kereső kutyák szállítása**

A szolgálati kutyák alapvető kiképzési, elhelyezési körlete és az alkalmazás helyszíne csak a legritkább esetben azonos vagy közelíthető meg adott időegységen belül gyalogosan. Ennek megfelelően a kutyák szállítása szinte napi feladatként jelentkezik az alkalmazó kötelékek számára.

A szállítás több szempont szerint is felosztható. A szállítás várható távolsága szerint lehet rövid, közepes vagy nagy távolságú szállítás. Az igénybe vett szállítóeszköz szerint a szállítás lehet szárazföldi (közúti, vasúti), vízi vagy légi.

A szolgálati kutyák szállítására alapvetően külön erre a célra kialakított, lehetőség szerint légkondicionált szállítójármű, indokolt esetben bármely szállítóeszköz, amely nem veszélyezteti a kutyák testi épségét, igénybe vehető. Függetlenül attól, hogy a szállítás milyen eszközzel történik, mindenkor figyelembe kell venni az alábbiakat:

- a) a szállítóeszköznek alkalmasnak kell lennie arra, hogy az állatokat megvédje az időjárás kedvezőtlen és szélsőséges hatásaitól, ne okozzon sérülést, továbbá könnyen tisztítható, fertőtleníthető és szökésbiztos legyen. A légcserének és a rendelkezésre álló légtérnek biztosítania kell a szállított kutyák fiziológiás igényeit;
- b) a szállítóeszköznek lehetővé kell tennie az állatok ellenőrzését, ellátását, azok megsejtelését, továbbá azt, hogy azokban az állatokban a légcseré akadályozása nélkül el lehessen helyezni. A szállítóeszköz padozatának a szállítás során vízszintes helyzetben kell lennie, valamint az állatokat óvni kell az erősebb rázkódástól vagy ütődéstől. A szállítóeszközt olyan jelzéssel kell ellátni, amely utal arra, hogy abban élő állatokat szállítanak, valamint jelezni kell az állatok elhelyezkedését;

- c) a szolgálati állatokat kizárólag a szállítás előtt alaposan megtisztított és fertőtlenített szállítóeszközben lehet elhelyezni;
- d) a szállítóeszköz rakfelületének szilárdnak és csúszásmentesnek kell lennie, onnan állat vagy hulladék nem eshet, illetőleg nem szóródhat ki;
- e) az állat szállítására szolgáló szállítóeszköz szállítás utáni tisztítására és fertőtlenítésére a környezetvédelmi szempontoknak megfelelő tisztítóhellyel kell rendelkezni a szállítóeszköz telephelyén;
- f) az állatok egészségére káros vagy képzettségének megfelelően az alkalmazást gátló anyagok az állatokkal együtt nem szállíthatók;
- g) az állatszállító boxok könnyen takaríthatóak, fertőtleníthetők, szükség esetén szétszedhetők legyenek, és tegyék lehetővé a mosóvíz, fertőtlenítőszer akadálytalan eltávolítását;
- h) az állatokat az őket szállító személyektől lehetőség szerint elkülönítetten, külön légtérben kell szállítani.

Amennyiben a szállításhoz mobil szállítóláda használata szükséges, a kutya testi épségének védelme érdekében megfelelő körültekintéssel kell kiválasztani a szállítóládát. A szállítóláda javasolt méretei (<50 kg):<sup>20</sup>

- hosszúság: 101 cm;
- szélesség: 67 cm;
- magasság: 75 cm;
- súly: 10 kg;
- anyag: polypropilén;
- szellőzőnyílások: 25 mm.

---

<sup>20</sup> AMWDP-1 NATO standard, Military Working Dog (MWD) capabilities, Edition B, Version 1, 2018.



3. számú ábra. Légkondicionált kutyaszállító utánfutó<sup>21</sup>

## **5) A robbanóanyag-kereső kutyák felszerelési, kiképzési és ápolási anyagokkal történő ellátása**

A katonai szervezeteknél folyó kiképzéshez, továbbképzéshez és a robbanóanyag-kereső kutyák szolgálatba állításához biztosítani kell a személyi felszereléseket és a speciális gyakoroltatást lehetővé tevő robbanóanyag-szagminta készleteket, valamint a kutyák ellátásához szükséges megfelelő etető- és itatóedényt, valamint ápolási eszközt (kefe, fésű, törlőruha) is. A személyi felszerelési tárgyakkal és ápolási eszközökkel törekedni kell a kimagasló minőségű eszközök beszerzésére, azonban figyelembe kell venni azt is, hogy ezen eszközök a használat közben elhasználódnak, így azok rendszeres pótlását tervezni kell, illetve célszerű tartalékkészletet is biztosítani. A robbanóanyag-kereső kutyák képzéséhez használt szagmintakészleteket az előírásoknak megfelelő jól zárható, őrzött és lehetőleg állandó hőmérsékletet biztosító tárolóhelyen kell tárolni. A szagmintakészletek lehetnek valós robbanóanyagot tartalmazó minták vagy szagazonos anyagok. A szagminták típusonként eltérő szavatossági idővel készülnek, így azok időszakos cseréje szükséges. Műveleti területre történő átcsoportosítás esetén figyelembe kell venni továbbá, hogy a szagmintakészletben lévő egyes anyagok nem szállíthatók légi úton. Ilyen esetben célszerű megvizsgálni, hogy

---

<sup>21</sup> Forrás: MH 1. HTHE archívum.

ezen anyagok valóban szükségesek a műveleti területen történő szinten tartó kiképzés végrehajtásához vagy azok egyszerűen kivehetők a készletből. Amennyiben a készlet megbontása ilyen formában nem lehetséges, más szállítási lehetőséget kell keresni vagy célszerű az alkalmazási terület közelében beszerezni azokat.

## **Összegzés, következtetések**

A mai modern kor katonájának technikai eszközökkel széleskörűen támogatott feladatvégrehajtásában is jelentős szerep jut a szolgálati kutyáknak és azok képességei számos alkalmazási lehetőséget biztosítanak számunkra, melyek nem, vagy csak nehezen pótolhatók más eszközökkel. Amennyiben ezt a speciális képességet szeretnénk minél eredményesebben alkalmazni, akkor megfelelő feltételek biztosítása szükséges. Összeségében megállapítható, hogy a feltételek, melyek a robbanóanyag-kereső kutyák alkalmazásához szükségesek, kissé ugyan eltérnek a megszokottól, de minimális odafigyeléssel biztosíthatók. Mindezen feltételrendszer tudatos alkalmazásával költségek takaríthatók meg, és a szolgálati kutyák alkalmazása kellő gazdaságossággal végrehajtható. Magas színvonalú feladatellátás csak jó minőségű anyaggal folyamatosan ellátott szolgálati kutyás egységtől várható el, és ebben kiemelkedő szerepe van a logisztikai támogatásnak.

## **Felhasznált irodalom**

21/350. Szakutasítás a Magyar Honvédség őrző-védő kutyaállománya kiképzésére, ellátására és a szolgálat szabályozására, MH HEK kiadványa, 2012.

21/380. Szakutasítás a Magyar Honvédség robbanóanyag-kereső kutyaállománya kiképzésére, ellátására és a szolgálat szabályozására, MH HEK kiadványa, 2012.

AMedP-8.4 Animal care and welfare and veterinary support during all phases of military deployments Edition B Version 1

AMWDP-1 NATO standard, Military Working Dog (MWD) capabilities, Edition B, Version 1, 2018.

MÚ/45 A Magyar Honvédség Tűzszerész Szabályzata II.rész, az MH kiadványa, 2015.

HORKAY Béla (2012): A kutya egészségtana. Kísérleti jegyzet a robbanóanyag-kereső kutyavezetők kiképzéséhez, 2012.



HORVÁTH Tibor (2019): Emergency cases at countering improvised explosive devices, and their potential management. *Revista Academiei Fortelor Terestre / Land Forces Academy Review*, XXIV., No 2., 95-106.

MIKLÓSI Ádám (2010): *A kutya viselkedése, evolúciója és kogníciója*. Budapest, Typotex.

SZATAI Zsolt József: A robbanóanyag-kereső kutyák alkalmazási lehetőségei napjainkban, *Műszaki Katonai Közlöny*, 29. évfolyam (2019) 1. szám 65–81. DOI: 10.32562/mkk.2019.1.

## TOVÁBBI SZEMELVÉNYEK A MAGYAR REPÜLÉS TÖRTÉNETÉBŐL

Összeállította Druzsín József<sup>1</sup>

<https://doi.org/10.30583/2020.4.153>

A Katonai Logisztika 2019. évi 1-2. számában jelent meg „Szemelvények a magyar repülés történetéből” címmel Dr. Németh Ernő kandidátus írása, melyben Zsélyi Aladár és Kvasz András életrajzát is közli. A fenti cikkhez kapcsolódva szeretnék közreadni egy „folytatást”, mely némileg kiegészíti, de inkább folytatja az így megkezdett munkát.

Három életrajz bemutatásával a magyar repülés három különböző korszaka elevenedik meg előttünk. Mindhármukat ugyanaz a lelkesedés hajtotta: a repülés feltétlen szeretete. Életrajzuk felidézése rávilágít arra a kapcsolatra, mely konstruktőrök, pilóták, tudósok, katonák közös vonása. Összeköti hármukat, hogy egész életüket a repülésnek szentelték, sőt ketten repülőhalált is haltak.

---

<sup>1</sup> Druzsín József MSc hivatásos honvéd őrnagy, 15 évet szolgált a repülőműszaki logisztika területén. Több mint egy évtizedig a mátyásfüldei repülőter szomszédságában működő katonai szervezetenél tevékenykedett, mely idő alatt kutatta és megismerte annak múltját, katonai és repüléstörténeti emlékeit. Érdeklődők számára helytörténeti laktanya látogatások, ún. „időutazások” során mutatta be a feltehető régi épületeket, történeti emlékeket. Mint ötletadó-szervező, kezdeményezésére széles szakmai, katonai és civil helytörténeti összefogással 2017. szeptember 2-án a Mátyásfüldei MÁG (Magyar Általános Gépgyár) repülőgépgyáranak területén létesített egykori repülőter fennállásának 100. évfordulóján több mint ezer fő érdeklődőt vonzó repülőnap (látványos légishow, kiállítások, statikus és dinamikus bemutatók) került lebonyolításra. Ejtőernyős, repülőműszaki, repüléstörténeti témákban katonai és civil szaklapokban rendszeresen publikál. MH Transzformációs Parancsnokság ORCID 0000-0002-2971-1805

## Zsélyi Aladár élete és munkássága

(Csalár, 1883. december 12. – Budapest, 1914. július 1.)



A századfordulót követő évtized „leglátványosabb” technikai újdonsága a motoros repülőgép volt. Világszerte számos gépszerkesztő próbálkozott az új légi közlekedési eszköz megépítésével és a konstrukciók gyakorlati kipróbálásával. Blériot budapesti légbemutatóját (Kisrákosi lovassági gyakorlótér) követően csakhamar a magyar repülőgép-szerkesztők is látványos sikereket értek el az égbolt meghódításáért folytatott küzdelemben. Budapesten, a Rákosmezőn lelkes emberek sokasága fogott hozzá repülési kísérleteihez. Az aviatika magyar úttörői többségükben amatőr próbálkozók voltak: akadt közöttük gépkocsivezető, gyógyszerész, ügyvéd, lakatosmester. Alig néhány kísérletezőnek volt mérnöki diplomája. A kevesebb kivételhez tartozott Zsélyi Aladár, aki gépészmérnökként vált aviatikussá, és akit elméleti dolgozatai, konstrukciós tervei alapján a világ élvonalához tartozó, legjobb szakemberek közé sorolja a tudománytörténet. A rákosmezei hőskor egyik úttörő aviatikusa nem csak sikeres repülőgép-szerkesztő, de tehetséges pilóta is volt. Ő írta meg az első, Magyarországon megjelent, repülési tárgyú szakkönyvet "**A repülőgéptechnika alapelvei**" címmel. De személyében tisztelhetjük a magyar úttörő repülések legsikeresebb pilótáinak egyikét is.

### A kezdetek

A rákosmezei repülő hőskor híres aviatikusa, Zsélyi Aladár (eredeti néven: Koch Aladár) 1883. december 12-én született az akkor Nógrád megyéhez, ma Szlovákiához tartozó Bussa községben. Édesapja jó módú gazdálkodó volt, s bár néhány évvel fia világra jötté után elhunyt, a család megélhetéséhez biztos anyagi háttérrel hagyott maga után. Így nem jelentett gondot Aladár taníttatása sem, aki középiskoláit Londonban végezte, majd 1901-ben beiratkozott a budapesti királyi József Műegyetem gépészmérnöki szakára. Még egyetemista volt, amikor az

első sikeres repülések híre bejárta a világot. A kiváló műszaki érzékkel megáldott, kalandvágyó fiatalember érdeklődése érthető módon e technikai újdonság felé fordult. Harmadéves gépészmérnök-hallgató korában nagy hatást gyakorolt rá Louis Blériot 1909-es budapesti légi-bemutatója. Zsélyit Rákos mezején érintette meg először a „repülés szele”, és ekkor kezdett az aviatika műszaki problémáival foglalkozni. Oklevelének megszerzése után az aerodinamika területére specializálódott, melyből törvényszerűen következett, hogy rövidesen saját gépei megépítéséhez is mérnöki alapossggal kezdett hozzá. Nem volt ez jellemző abban a korban, hiszen aviatikával jószerint csak bátor és lelkes amatőrök foglalkoztak.

## A konstruktőr

Zsélyi Aladár komoly szaktudással felvértezve és az úttörők elszántságával vágott ösvényt azon cél felé, amelyhez akkoriban járt utak még nem vezettek. Ő nemcsak elméleti szakembernek, hanem konstruktőrnek is nagyszerűnek bizonyult. Repülőgépei a világ élvonalához tartoztak, részletes műszaki leírásukat minden jelentős külföldi szaklap leköszölte, és jó néhány kortárs géptervező mintájául szolgáltak.



1. számú ábra. Zsélyi repülőgépe

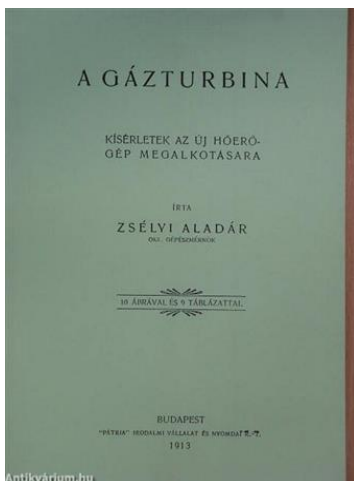
Már az első, 1909-ben megtervezett gépe felkeltette a külföldi szakemberek figyelmét, de ő a Zsélyi I. prototípussal nem volt megelégedve. A továbbfejlesztett második gépébe viszont már olyan forradalmian új megoldásokat épített be, amelyek a legjobb szakértőket is ámulatba ejtették. Mindenekelőtt a motor elhelyezésének módja volt a korábbiakhoz képest merőben újszerű. A repülőgép törzsét teljesen burkolta, a három élű törzsbe pedig erős, 100 lóerős motort épített be, melyet 180 fokkal elforgatott hossz tengelye mentén. Ezáltal a soros elrendezésű motor négy hengere nem zavarta a pilóta kilátását, és a légellenállás is számottevően csökkent. A Zsélyi nevéhez fűződő lógó-hengeres repülőgépmotor-elrendezést később alkalmazni kezdték az

egész világon, így az előfutára lett a minimális légellenállású repülőgépeknek. Zsélyi találmányainak gazdag tárházából számos olyan megoldást alkalmazott gépein, melyekkel megelőzte korát, ezért azok a többi repülőgép-konstruktőr számára iránymutatóak voltak. A modern szerkezeti elemek közül kiemelésre méltó a Zsélyi-féle kormánymű, amely lényegében az Amerikában híressé vált magyar konstruktőr, Pfitzner Sándor (1880-1910) szerkezetének továbbfejlesztett változata volt. Ezzel a háromtengely irányban működtethető berendezéssel biztosítani lehetett a repülőgép valamennyi irányban történő kormányzását. Ugyancsak Zsélyi magas fokú mérnöki tudását dicséri a rugózó futómű-szerkezet és a landolás biztonságát szolgáló, kerekek közé szerelt biztonsági csúszótalp, mely szerencsétlenebb leszállásoknál megvédte a gépet a durva sérülésektől.

Felismerve az akkoriban általánosan használt dugattyús repülőgép-motorok fogyatékosait, a világon a legelső között kezdett el foglalkozni **gázturbinák** kifejlesztésével. E korszakalkotó műszaki berendezés egy kísérleti példányát Zsélyi már 1911-ben megalkotta, pedig akkor még külföldön is csak néhány szakember érdeklődését keltette fel a téma. A gázturbinák mindkét alaptípusával, az állandó nyomású és az állandó térfogatú (exploziós) turbinával is végzett kísérleteket a Műegyetemen, Bánki Donát tanszékének laboratóriumában. Az állandó nyomású turbinához kísérleti szabaddugattyús kompresszort épített, és kidolgozott egy viszonylag egyszerű felépítésű explóziós gázturbinát is.

Ma már tudjuk, hogy ezek a kezdeti próbálkozások messze megelőzték korukat, hiszen a gázturbinás repülőgépek kora csak évtizedekkel később köszöntött be. 1913-ban jelentette meg *A gázturbina* című művét, amelyben elméleti számításait és kísérleti eredményeit tette közzé.

Könyvét hamarosan német nyelvre is lefordították. Elvi megállapításai és tudományos értékű kísérletei révén örökbecsű tapasztalatokkal gazdagodott a hőerőgépekkel foglalkozó műszaki tudomány. Zsélyi zseniálisan felismerte az új szerkezet szerepét és lehetőségeit, s publikációiban azt a jövő motorjaként határozta meg. Igaz, a repülőgépek dugattyúmotoros hajtóművei még a második világháborúig lépést tudtak tartani a növekvő sebességi követelményekkel, de a légcsavar a sebességért vívott versenyben szükségszerűen alul maradt. A gázturbina kifejlesztése és elterjedése azonban csak akkor válhatott időszerűvé, amikor évtizedek múltán a nagy termikus szilárdságú szerkezeti anyagok a konstruktőrök rendelkezésére álltak.



2. számú ábra. Zsélyi Aladár „A gázturbina” című könyve

Forrás: [Zsélyi Aladár: A gázturbina - antikvarium.hu](http://Antikvarium.hu)

1911-ben az akkori kereskedelmi miniszter Zsélyi Aladár és Székely Mihály gépészmérnököket franciaországi tanulmányútra küldte az aviatika eredményeinek megismerésére. Ennek hatására Zsélyi 1912 októberében Melczer Tiborral - Bánki Donát műegyetemi professzor adjunktusával - részletes tervet dolgozott ki egy 34 személyes, 500 lóerős motorral felszerelt utasszállító megépítésére. Tervüket *A nagy aeroplánok kérdése* című tanulmányukban tették közzé abban a korban, amikor még csak a pilóta által vezetett egyszemélyes gépek épültek.

### Az író

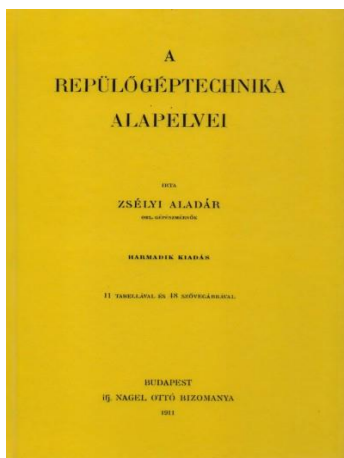
Zsélyi Aladár személyében a magyar repülési szakirodalom megalapítóját is tisztelhetjük.



3. számú ábra. Zsélyi Aladár a mérnök, a szakíró

Forrás: [História - Tudósnaptár - \(kfki.hu\)](http://Historia-Tudosnaptar.kfki.hu)

Tudományos munkássága során, rendszeresen figyelemmel kísérte a külföldi szakirodalmat, s azokat saját kutatásaival és tapasztalataival összevetve készítette el cikkeit és könyveit. Éppen ezért nagy megbecsülésnek örvendett külföldön is, ahol szintén kiadták a repülésről készített publikációit. Mindössze huszonhat évesen ő alkotta meg az első, Magyarországon megjelent repülési szakkönyvet *A repülőgéptechika alapelvei* címmel. A könyv 1909-ben jelent meg, és három kiadást is megért, sőt még Németországban is kiadták.



4. számú ábra. Zsélyi Aladár „A repülőgéptechika alapelvei”

Forrás: [Zsélyi Aladár: A repülőgéptechika alapelvei | bookline](#)

Zsélyi alkalmazta először a klasszikus áramlástan törvényeit a légellenállás és a súrlódás törvényszerűségeinek és hatásainak megismeréséhez. Felismerte, hogy az elméleti számításokhoz elengedhetetlenül szükségesek a kísérleti úton nyert tapasztalatok is, így e kombinált módszerrel először sikerült jó néhány olyan aerodinamikai törvényszerűsége helyes formulákat találnia, amelyek korábban ismeretlenek voltak a szakirodalomban. A tudományos tevékenysége és a mérnöki számítások alapján végzett repülőgép-építés mellett repült is, saját tervezésű gépeit többnyire ő vezette. 1913-ban került ki a nyomdából *A gázturbina - Kísérletek az új hőerőgép megalkotására* című könyve, amelyben nemcsak a gép létrehozásának problémáit ismertette, hanem saját eredményeiről is beszámolt.

## A pilóta

Zsélyi tekintélyét növelte, hogy nemcsak elméleti szakember, kutató és konstruktőr, hanem okleveles pilóta is volt. Maga szerkesztette gépein többnyire ő maga repült, bár repülőgépeinek építésében és azok

berepülésében részt vett a később önálló konstruktőrre vált, jó kezű szerelő, Kvasz András kerékpár-mechanikus is.

Az első repülőgép, a "Zsélyi I." motorpróbái 1910 februárjában kezdődtek el. A zongorahúrokkal merevített, 7 méteres fesztávolságú, 150 kilogramm tömegű, egyfedelű gépet gumírozott vászonnal vonták be. Erőforrásként egy 30 lóerős, francia gyártmányú "Darraque" motort építettek be, amely egy Papp János asztalosmester által gyártott, két-tollú fa légcsavart forgatott. A kis gép március 15-én emelkedett először a levegőbe, de rövidesen megsérült, ezért tervezője "Zsélyi II." néven teljesen újjáépítette. A fesztávot 1,2 méterrel megnövelte, a törzshosszt pedig 6,4 méterre csökkentette. A kormánylapok előtt megjelentek a vezérsíkok, a szárnyvégeken pedig a sérülésektől védő íves csúszók. 1910. május 26-án és 27-én Zsélyi megnyerte a magyar pilóta teljesítményért kitűzött első két versenydíjat, s rövidesen 18 kilométer távolságot repült, amely abban az időben nagyon komoly teljesítménynek számított. Még a fővárosi lapok is tudósítottak eredményeiről. 1913 márciusától június 16-áig a bécsújhelyi repülőiskolában tanult, ahol sikeres pilótavizsgát tett.

A rosszul látó Zsélyi Aladár repülőgépeivel gyakran történt baleset, de csak kétszer szenvedett súlyos sérüléseket. Először 1910. június 1-jén zuhant le, valószínűleg a magassági kormányt szabályozó huzal szakadt el, mely során kirepült a teljesen összetört gépből, karja kificamodott, és súlyos agyrázkódást szenvedett. A baleset után több mint egy hónapig kórházban ápolták, azonban elhivatottságát és bátorságát jelzi, hogy felépülése után tovább folytatta repülési kísérleteit. Még ebben az évben megépítette harmadik gépét, melyhez állami támogatást is kapott.

A "Zsélyi III." számos olyan újítást tartalmazott, amely nagy elismerést aratott szakmai körökben. Ezzel a géppel az akkor általános 90–100 km/h-s sebességgel szemben már 170 km/h-s csúcssebességet ért el. A próbarepüléseket 1914 áprilisában kezdte meg a rákosmezei gyakorlótéren. Április 15-én a gurulópróbák után sikerrel felszállt és látványos repülést mutatott be. A földi személyzet mérése szerint Zsélyi gépe elérte a 170 kilométeres óránkénti sebességet.

A levegőben még minden a legnagyobb rendben ment, de a homokos rákosi talaj nem volt alkalmas az ilyen gyors gépek számára. A landolásnál a laza homok túlságosan „megfogta” a gépet, amely orra bukott. Zsélyi Aladár kirepült a pilótaülésből és nyílt kartörést szenvedett.



A látszólag nem túlságosan súlyos, az orvosok által is veszélytelennek tartott sebesülés azonban végzetesnek bizonyult. Mint lábadozó beteget kiengedték a kórházból, de hamarosan visszakerült. Később derült ki, hogy súlyos tetanuszfertőzést kapott, és több hétig tartó szenvedés után 1914. július 1-jén 31 éves korában örök álmra hajtotta fejét.

A repülés megindulásának kezdeti évtizedeire nem véletlenül használjuk oly gyakorta a „hőskor” jelzőt, hiszen világszerte sok százra tehető azoknak a bátor pilótáknak a száma, akik ezekben az években váltak áldozataivá az aviatika tudományának.

Zsélyi Aladár, a magyar repülés reményteljes alakja is fájdalmasan fiatalon hunyt el repülőbalesete következtében. A Losonc melletti Csalár község temetőjében, szülei mellett helyezték örök nyugalomra.



5. számú ábra. Zsélyi Aladár síremléke Csaláron

Forrás: [Csalár temető – Google Kereső](#)

A két világháború között jeltelenné vált sírját a losonci sportrepülőtér néhány éve elhunyt parancsnoka, Miroslav Mihály kutatta fel, s emeltetett fölé a saját költségén sírkövet és emléktáblát. Budapesten társadalmi kezdeményezésre utcát neveztek el róla, mely a XVI. kerületben, a mátyásföldi repülőtér közelében emlékezteti az utókort a magyar repülés e zseniális tehetségű úttörőjére. Emlékét őrzi még a XVII. kerületben, a Liszt Ferenc repülőtér közelében található Koch Aladár utca is.

Civil szervezetek az aviatikus emléket őrző lpoly mente polgáraival összefogva Zsélyi Aladár halálának 2014-es centenáriuma a nagykürtösi járásbeli Bussán önkormányzati tulajdonú épületben, alig pár

méterre Zsélyi Aladár lakóházától alakították ki az emlékszobát, amely a magyar repüléstörténet kiemelkedő alakjának állít emléket. A ritka és különleges tárgyakat bemutató gyűjtemény az elmúlt évek alatt szinte folyamatosan gyarapodott, a repülés hőskorában, a 20. század elején készült gépek modelljei, alkatrészei, a pilóta felszerelésének darabjai és számtalan régi fotó mellett a Zsélyi Aladár által épített első magyar repülőgépek egyikének légcsavarját is láthatják az érdeklődők. Akik szeretnék megtekinteni a különleges tárlatot, azok a községhezán kérhetnek tájkoztatót, az emlékszobát igény szerint nyitják ki a látogatóknak.

### **Zsélyi Aladár művei**

A repüléstechnika alapelvei (ifj. Nágel Ottó Bizománya Budapest, 1909);

Prinzipien der Flugtechnik (Rostock, 1910);

Mechanika (Budapest, 1911);

A nagy aeroplánok kérdése (Melczer Tiborral, Különlenyomat a "Magyar Automobil és Aviatikai Szemle" 1912. június 30-iki számából. Budapest, 1912);

A gázturbina, kísérletek az új hőerőgép megalkotására (Budapest, 1913 Pátria Irodalmi Vállalat és Nyomdai R.T., Berlin, 1913).

A magyar aviatika hőskora (Bp., 1936);

### **Irodalom**

M. P.: Zsélyi Aladár (Magyar Mérnök- és Építész-Egylet Közlönye, 1910);

Zsélyi Aladár (Vállalkozók Lapja, 1910. 22. szám)

A magyar aviatika hőskora (Budapest, 1936);

Brodzsky Dezső: A gázturbina magyar úttörői (Járművek és mezőgazdasági gépek, 1955. 6. szám) Évfordulóink, 1983.

Vajda Pál: Nagy magyar feltalálók (Zrínyi Honvéd Kiadó Budapest, 1958).

Dalia László: Repülő emberek, Sportpropaganda Vállalat, Budapest, 1987,

Magyar tudóslexikon A-tól Zs-ig. Főszerk. Nagy Ferenc. Budapest: MTE SZ; OMIKK. 1997.

Winkler László: Magyar Ikarosz, Zsélyi Aladár élete és munkássága. Bratislava AB-ART kiadó 1998. ISBN 80-88763-66-5

Winkler László: Magyar repülők, repülő magyarok Pallas Stúdió Bp. 2000.

Csanádi – Nagyvárad – Winkler: A magyar Repülés Története, Műszaki Kiadó Bp. 1974.

Bödök Zsigmond: Magyar feltalálók a repülés történetében ISBN 80-89032-19-2 NAP Kiadó Dunaszerdahely, 2002. pp. 58-63.

<https://tudosnaptar.kfki.hu/historia/egyen.php?namenev=zselyi> (Letöltés:2020.04.01.)

<https://felvidek.ma/2016/02/emlekhelyek-emlektablak-tajainkon-v-zselyi-aladar-emlekek-bussan-es-csalarban/> (Letöltés:2020.05.11.)

## SVACHULAY SÁNDOR

(Kassa, 1875. jún. 3. – Budapest, 1954. aug. 25.)

Aki manapság ellátogat a szolnoki RepTár Szolnoki Repülőmúzeumba, alighanem tisztelettel vegyes bámulattal nézi végig azokat a hártaszárnyú, fából, vászonból és zongorahúrból épített törékeny gépezeteket, amelyekről csak nagy képzelőerővel hihető el, hogy valaha képesek voltak repülni. Elismeréssel tartozunk mindazoknak, konstruktőröknek és pilótáknak, akik szájuktól megvonva a falatot vállalták az önerős repülőgépipítést, illetve a sokszor nyaktörő repüléseket. Gépeik mára muzeális tárgyak lettek, a hozzájuk kötődő megannyi dicsőséges és becses emléket pedig régi folyóiratok és könyvek megsárgult lapjai őrzik. Idézzük fel most mi is egy nagyszerű magyar konstruktőr emlékét, aki elől állt az aviatikai nagyságok sorában, és akinek teljesítményét méltatnunk érdemes.



6. számú ábra. Svachulay Sándor  
Forrás: [História - Tudósnapár - \(kfki.hu\)](https://tudosnaptar.kfki.hu)

A magyar repülőgép-tervezés és -építés egyik úttörője, Svachulay Sándor 1875. június 3-án született Kassán. Korszakalkotó gépei több

országjáró körúton mutatták be képességeiket a vidéki városok nagyközönsége előtt, amely nagyban hozzájárult a repülés hazai népszerűsítéséhez. A magyar aviatika történetírása az első világháborút megelőző években Svachulay repülőgépeinek nem kevesebb, mint 4000 felszállását tartja számon. Méltán állíthatjuk, hogy Svachulay korának legjobb repülőgép-tervezői közé tartozott.

## Kezdetek

Tanulmányait Budapesten végezte, gépésznek tanult, majd fa- és fémipari, valamint művezetői tanfolyamokat végzett. Mindezek szükségessé váltak abban a korban, amikor a repülőgépek még fából készültek vásznazással. A mai olvasó számára hihetetlenül hangzik, hogy a kezdetleges hangárokban repülőgép-asztalosok, bognárok, kerékpárműszerészek és kárpitások által készített csodamasinák készültek. Svachulay előremutató fejlesztéseinek egyik alapjaként Krebs mérnökkel közösen hegesztett acélcső-konstrukciót dolgozott ki, melyet később az osztrák Lohner kocsis- és repülőgépgyár is átvett.<sup>2</sup>

Svachulay Sándor 1898-ban önálló lakatosműhelyt nyitott. Az ifjú lakatosmester repülés iránti vonzalma már egészen fiatal korában megmutatkozott. Már ekkor foglalkoztatta a repülés problémája, és elkészített egy emberre szíjazható siklószerkezetet. Ennek kudarca után számos repülőgép- és helikoptermodellt épített, melyek motoros meghajtással repülőképesnek bizonyultak. Svachulay 1890-ben minden anyagi és szakmai támogatás nélkül, önállóan kezdte repülőkísérleteit. A természetben előforduló repülőmozgások tanulmányozása alapján az 1900-as évek elejére a hivatásos kutatókat is megelőző felismerésekre jutott. Igen szellemes szerkezetek egész sorát hozta létre, melyekkel a természet minden repülni képes teremtményének technikáját igyekezett rekonstruálni. Merész újításokra épülő, kisméretű repülőit bionikai elvek alapján, különleges formákban és technológiával építette. Ezek hajtóerejét a rugó, gumi, sűrített levegő szolgáltatta, melyek rendre beváltak a gyakorlatban is. Ügyes kezű mesterember lévén, műhelye szép hasznot termelt, melynek nagyobbik részét egy igazi repülőgép megépítésére áldozta. 1906-ra elkészült *Kolibri* nevű, újdonságot jelentő, hegesztett acélcsövekből épített repülőszerkezete, melyet a Royal Szállóban állított ki. Az elgondolás megtetszett egy gazdag bajor léghajósnak, Ganz Fabrisnak, aki Svachulay mecénása lett. Problémát csak egy Schwarz nevű amerikai szélhámos okozott, aki

---

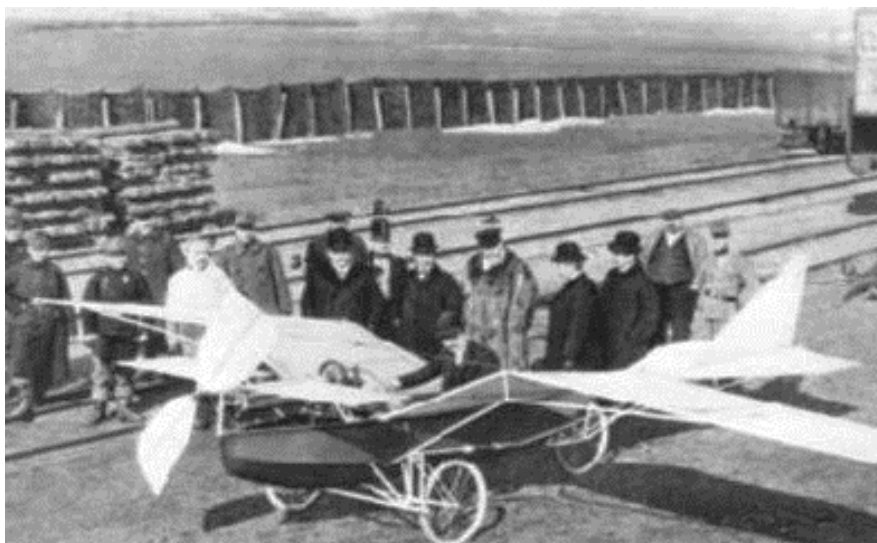
<sup>2</sup> Horváth Á.: A hadirepülés évszázada 61.o.

közvetítőként elsikkasztotta az adományokat, így a gépépítésre csak aprópénz jutott.<sup>3</sup>

### **Kolibri I.**

Svachulay első gépe már küllemében is teljesen elütött kortársai repülőgép-konstrukciótól. A vékony acélsövekből összehegesztett váz mellett teljesen újszerű, V alakban megtört szárnyformát alkalmazott, amely és a szokatlanul kis méret önmagukban is felkeltették a szakértők figyelmét. A mindössze 7 m fesztávolságú Kolibri I. sok eredeti megoldást tartalmazott, ám a levegőbe a sok guruló- és ugrópróba ellenére sem sikerült felemelni. Ez egyrészt a pilóták gyakorlatlansága, másrészt a kis teljesítményű, mindössze 15 lóerős Anzani motornak volt köszönhető.<sup>4</sup> Ma egy kerti traktor rendelkezik ilyen erős motorral.

Érdeemes megjegyezni azt is, hogy a Magyar Aero Szövetség 1912-ben elhatározta, hogy rendet teremt a léggárók között, és azután csak az repülhet, aki leteszi a pilótavizsgát. 1907-ben még Dobos Istvánnak, Kvasz Andrásnak, Zsélyi Aladárnak, a később ünnepezt pilótáknak sem volt pilótaigazolványa.<sup>5</sup>



7. számú ábra. A Kolibri I.

Forrás: [Kolibri-I - Svachulay Sándor – Wikipédia \(wikipedia.org\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Kolibri-I_-_Svachulay_S%C3%A1ndor)

<sup>3</sup> Dalia L.: Repülő emberek 13.o.

<sup>4</sup> Csanádi – Nagyvárad – Winkler: A magyar repülés története 28.o.

<sup>5</sup> Dalia L.: I.m. 30.o.

A Kolibri rekonstruált példányán mi magunk is megcsodálhattuk a technikai érdekességeket<sup>6</sup>. A farokrészen van ugyan magassági kormány, oldalkormány viszont nincs, és a szárny kilépőélén sincs csűrőlap. Adódik a kérdés: vajon hogyan volt kormányozható a jármű? Mindkét félszárnynon, a külső szekción, a húrhossz közepénél látható egy-egy kis mozgatható lapocska. A lap csak felfelé nyílik bowden segítségével, alaphelyzetbe - a szárny síkjába - egy gumiszál húzza vissza. Tehát ez nem csűrő, hanem egy áramlásrontó lap, vagyis interceptor. Valószínűleg Svachulay még nem így nevezte, de működése alapján ma így neveznénk. Egy jobb fordulónál a jobb oldali lapocskát felnyitva a jobb szárnyfélen nagy ellenállás keletkezett, ez fordította el a gépet a függőleges tengely körül, így jött létre a legyezőmozgás. Másrészt a jobb szárnyfélen a megzavart áramlás miatt csökkent a felhajtóerő is, és jobbra orsózó mozgás is létrejött. Kétség kívül kis magasságon ez a megoldás életveszélyes, mert nagy kormányzást nem eredményez, tehát, ha hirtelen erős kormánymozdulatok válnak szükségessé, ez a szerkezet nem elég hatásos. Másrészt, mivel a szárnyvégen rontja az áramlási jellemzőket és pont a fordulóban kisebb sugáron repülő szárnyon is, így oldalkormány nélkül biztos, hogy a gép dugóhúzóba esik.

Mindettől függetlenül - persze csűrővel és oldalkormánnyal együtt - a mai korszerű, bonyolult szárnymechanizációjú gépeken is használják ezt a megoldást. Különösen a Tupoljev típusokon (PI: Tu-154-en) leszálláskor jól látszik, hogy kis lapocskák nyílnak fel a szárnyon néhány másodpercre, azután lecsukódnak. Ezek ugyanúgy működnek, mint Svachulay Kolibrijének kormány szerkezete.

A Kolibri repülőgép újdonságai az egész világon elterjedtek, és terveit a hadsereg is megvásárolta, miután azt a mecénás felajánlotta a Hadügyminisztériumnak.<sup>7</sup>

## **Kolibri-család**

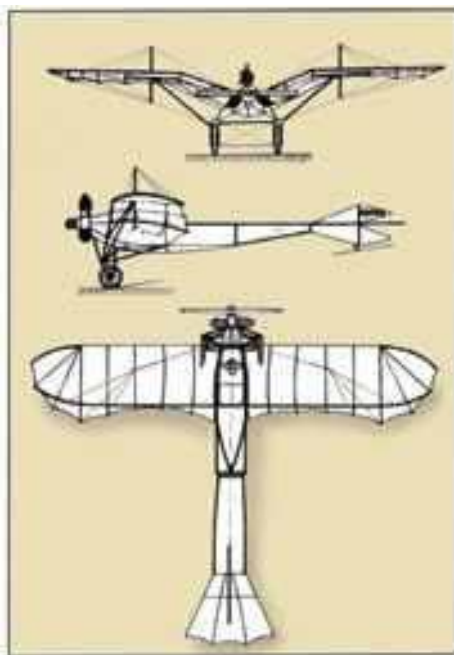
Jó néhány módosítással a "Kolibri-család" több változatban is elkészült, ugyancsak a 15 lóerős Anzani motorral, 7 méteres fesztávolságú sirálysárnyakkal, hegesztett acélcső-törzsszerkezettel. A gyenge motor és a tapasztalatlan pilóták miatt hosszabb repülésre alkalmatlan gépeket tervezőjük rendre átépítette.

---

<sup>6</sup> A Közlekedési Múzeum Repüléstörténeti és Űrhajózási Állandó Kiállítása a városligeti Petőfi Csarnokban 2016-ig volt látható.

<sup>7</sup> Csanádi – Nagyvárad – Winkler: I.m. 28.o.

## Kolibri IV.



8. számú ábra. A Kolibri IV.

Forrás: • [Svachulay Sándor \(hupont.hu\)](http://Svachulay Sándor (hupont.hu))

A család negyedik tagja hozta meg az átütő sikert. Az 1913. augusztus 20-án Budapesten megrendezett nemzetközi repülőversenyen Dobos István pilóta vezetésével csaknem minden díjat elnyert. A korábbi tapasztalatok felhasználásával minden eddiginél kisebb, 6 méteres fesztávolságú gép fa és acélcső felhasználásával készült. Úttörő jelentőségű volt az orrfutó alkalmazása is. A Kolibri-IV valósággal játékszernek hatott a versenyre benevezett léggjáró monstrumokhoz viszonyítva, mivelhogy kis mérete miatt elfért a többi repülőgép egyik szárnya alatt. A rajt után a 35 lóerős motorral szerelt Kolibri szinte azonnal meredeken felszállt a levegőbe, s a kis gép a nagy, 135 km/órás sebessége mellett a rendkívül ügyes manőverezési tulajdonságával kápráztatta el a nézőközönséget. A 100 lóerős osztrák gépek sebességének kétszeresével repült. Svachulay után ilyen kis motorral csak mintegy tíz évvel később értek el hasonló sebességet.<sup>8</sup>

A Kolibri-IV egy banális tévedésnek köszönhetette végzetét. Dobost elfelejtették értesíteni a magassági verseny időpontjáról, így azt Wittmann Viktor nyerte meg 1700 méterrel. Dobos nem tudott beletörődni

<sup>8</sup> Csanádi – Nagyvárad – Winkler: l.m. 29.o.

ebbe, annyira bízott a kis Kolibriben és önmagában. Másnap mindenképpen csúcspdöntést tervezett. Svachulay annyira féltette pilótáját és a gépet is, hogy inkább önkezeléssel verte szét az annyi fáradtsággal és áldozat árán épített kis „madarat”.<sup>9</sup>

Az osztrák hadügyminisztérium is felfigyelt az újításokra, és egy egymás melletti, kétüléses katonai repülőgépet rendelt Svachulaytól, mely **Ragadozómadár** néven el is készült. Sajnos az állami támogatásként beígért 90 LE-s Clerget forgómotor soha nem érkezett meg. Hiába készült el a sárkány, azt nem próbálhatták ki.<sup>10</sup> Hasonlóan szomorú ígéret maradt a Kereskedelmi Minisztérium 1913-as felajánlása 1000 koronáról és egy 85 LE-s Hyeronimus motorról. Bár a Magyar Aero Szövetség szerény anyagi támogatást nyújtott, a tetemes kiadások zömét az aviatikusoknak kellett állniuk. Tartozások miatt nem egy hangárt el is kellett árverezni. Svachulay Sándor hangárja volt az utolsó, mely átvészelte még a háborút is, de 1919-ben a megszálló román csapatok végül azt is lebontották, felszerelését zsákmányként elszállították.<sup>11</sup>

Ő maga így írt küzdelmeiről a **Repülőéletem** című könyvében: *„Azon a napon, amelyen a segített-légiúszás sokat ígérő terveinek és leírásának nagy munkájával elkészültem, kidagadt mellel, büszkén hajoltam a papirosok fölé. Soká gyönyörködtem a rajzokban, átéreztem, micsoda jövő vár rájuk, önfeledt pillanatok voltak ezek. Rózsaszínben láttam a világot és minden csalódás ellenére, átengedtem magamat a jóleső ábrándozásnak... De másnap, kialudottan és hidegen mérlegelve a lehetőségeket, igen kijózanodtam az illúziók mámorából. Viszszagondoltam a korábbi évek sikertelen pénzes támogatásszerzési kísérleteimre, mire a rózsás álomképek azonnal szétfoszlottak. Hisz alig múlt két éve, amikor botor fejjel azt hittem, hogy néhány kérvénnyel vagy levélbeli meghívással elintézhetem a támogatás súlyos kérdését. Hát milyen alapon hinnék el az én eget-földet rengető fölfedezésemet, a repülés problémájának megoldását? Hiába állítanám, erősítgetném, micsoda világboldogító dolgaim vannak: senki se hinné el, senki se venné komolyan. Bizonyos, hogy ismét csak bolondnak néznének és kacagnának rajtam ...”*<sup>12</sup>

---

<sup>9</sup> Dalia L.: I.m. 87.o.

<sup>10</sup> Nagyvárad - M. Szabó - Winkler: Fejezetek a magyar katonai repülés történetéből 26.o.

<sup>11</sup> Dalia L.: I.m. 40.o.

<sup>12</sup> Svachulay: Repülőéletem 129-130. o.



## Albatros I.

Svachulayt újító szelleme arra ösztönözte, hogy megépítse az *Albatrosnak* nevezett, csónaktesttel és felhúzható kerekkel is rendelkező repülőgépet, mely az első magyar amfibia kísérletnek tekinthető. Gyakorta előfordult ugyanis - különösen a La Manche csatorna átrepülései során -, hogy motorhiba miatt a pilótáknak vízfelületen kellett kényszerleszállást végrehajtaniuk. Ebből a megfontolásból Svachulay a repülőgép törzsét vízhatlan vászonból készült csónaktestnek képpezte ki, így az vízre szállva nem merült el, sőt onnét újra képes volt felszállni. Ezen kívül a törzsre kerekeket is szerelt, amelyek úttörő megoldással a felszállás után behúzhatók voltak. Ez a technikai újdonság azután világszerte elterjedt. Gépének további jelentős újítása volt, hogy a borítóvásznat először hozzávarrta a vázhoz, azután kente be híg gumioldattal, amely a száradással kifeszült és többé már nem lazult meg. Korábban más konstruktőröknél a fordított sorrend alkalmazása azt eredményezte, hogy a vásznak hamar elernyedtek, repülés közben leszakadtak és nem egy balesetet idéztek elő.



9. számú ábra. Az Albatros

Forrás: [Svachulay Sándor Albatros gépe - Svachulay Sándor – Wikipédia \(wikipedia.org\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Svachulay_S%C3%A1ndor_Albatros_g%C3%A9pe)

Ez a gép is hegesztett acélcsővázssal készült, hajtását egy 25 LE-s Anzani motor adta, mely lánchajtással két, a szárnyak fölé szerelt tolólégcsavart forgatott. A szárnyszerkezet is egyéni megoldásokat tükrözött. A Svachulay gépeire jellemző, erős V-törésű sirálysárny nagy stabilitást kölcsönzött a repülőeszközöknek, mely forma különösen előnyösnek bizonyult a vízi gépekhez. Nem túlzás azt mondani, hogy Svachulay a repülőgép-építés géniusza volt, s korának legjobb repülőgép-tervezői közé tartozott. Az eredetileg Ausztriában épített gépet a konstruktőr Rákoson akarta kipróbálni, de a futómű alulméretezettnek bizonyult, így a próbák során a gép összetört.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> Csanádi – Nagyvárad – Winkler: I.m. 28.o.

## Albatros család

Az első amfibia átalakításával 1911-re elkészült az *Albatrosz II*, amellyel Dobos István pilóta igen szép repüléseket végzett. A futóművet megerősítették, a motor pedig a pilóta elé került. A továbbfejlesztett *Albatrosz III* 1912-re készült el, amellyel Dobos az egész országban végzett bemutatórepüléseket, sőt komoly nemzetközi sikereket is elért. Mi tagadás, a vidéki körutak és bemutatkozások szépen hoztak a konyhára, no de kellett is a bevétel, hiszen a temérdek kudarc anyagilag jócskán próbára tette a konstruktórt, Dobos pedig csupán a „levegőből” élt.

Vidéken úgy fogadták Dobost, mint aki az égből szállt alá... bár az is megtörtént, hogy pont ebből lett a baj. Egyszer kaszákkal felfegyverzett parasztok kis híján agyonütötték pilótánkat, mert azt gondolták, hogy ő az Antikrisztus. Csak az arra járó csendőröknek köszönhető, hogy ép bőrrel megúszta a kalandot.<sup>14</sup> Ekkortájt a repülés még nem volt mindennapos dolog, így talán megérthetjük azt is, hogy Kaposvár városi előljárói nem akarták engedélyezni a légbemutatót, hiszen azt szélhámoságnak tartották.

Az *Albatrosz III* szerkezetében hasonló törzs-szárny kialakítás mellett fő újdonságnak a 35 LE-s Y-Anzani, a háromhengeres, léghűtéses motor és a szárnyvégeket elcsavaró csűrőkormány számított. A 12,6 m<sup>2</sup> szárnyfelületű gép igen mozgékonyak és könnyen kezelhetőnek bizonyult, főleg a tehetséges pilóta kezében. Dobos javaslatára a csűrő le is került a gépről, hiszen a kiváló stabilitású repülőgépet az oldalkormánnyal és a magassági kormánnyal is mesterien tudta vezetni.<sup>15</sup> Joggal merülhet fel a kérdés, hogy Svachulai miért nem repülte a maga tervezte gépeket. Nos, erről ő maga így írt: „...*hiába érveltem előzőleg, hogy a szerkesztés és a vezetés két különböző és egész embert követelő működési kör, (Zsélyi) nem hallgatott rám...*”<sup>16</sup>

## Albatros IV

A Rákosi-rét hangársorán télen sem pihentek az aviatikusok. Ekkor készültek nagy ínségben a bemutatók során, nyáron „összerepült” díjakból az új gépmadarak. Az ég szerelmesei gyakran varjakra vadászva tengették életüket, nagy szegénységben várták a tavaszt. 1912

---

<sup>14</sup> Dalia L.: I.m. 83.o.

<sup>15</sup> Csanádi – Nagyvárad – Winkler:I.m. 29.o.

<sup>16</sup> Dalia L.: I.m. 77.o.

telén, a rákosi 1-es hangárban elkészült Svachulay géppel Dobos István pilóta indult a repülést népszerűsítő országjárásra.<sup>17</sup> A gyakran baltul végződő leszállások miatt a szárny teljesen faépítésű volt, így vidéki bognárok is könnyebben javíthatták. A 7,5 méter fesztávú, 210 kg üres tömegű repülőgépet egy 25 LE-s, háromhengeres, ricinusolaj-kenésű Anzani motor hajtotta.

Szombathelyen az első repülőnapot 1913. július 20-án rendezték, ahol az akkor 21 éves Dobos és a legfiatalabb magyar pilóta, a szünidőt itthon töltő Almásy László Ede repülték a 95 km/órás sebességet elérő Svachulay gépet.<sup>18</sup> Dobos a nyáron, Siófok környékén „turnézott”, amikor egy forró napon a motor felmondta a szolgálatot, így a fák tetején kényszerült leszállni. Az ágak szitává lyuggatták a vásznazott szárnyat, de kisebb javítás után pilótája tovább repült, mondván: „*én már zöld ágra vergődtem...*”!

A gép 1913 nyarán egy Balatonban végrehajtott kényszerleszállás során pusztult el. Siófokról Füredre tervezett légiút során a motor ismét elromlott, melynek kényszerleszállás lett a vége. Az 5-6 méter mély vízből reménytelennek látszott az elsüllyedt gép kimentése, pedig Dobos még halászokat is fogadott, hogy mentse a menthetőt. Végül a motort megtalálták és felszínre hozták, bár az iszapos fürösztés teljesen tönkretette azt.<sup>19</sup>

## **Albatros V**

Az utolsó Svachulay gép 1913-ban készült el Albatros V néven. Ez ismét tisztán acélcső-szerkezetű volt, de pilótája immár Székely Mihály és Wéber Károly voltak, mivel a tervező a balatoni repülőmosás miatt alaposan összekülönbözött Dobossal. Sajnos ez a gép sem maradt fenn, így csak a leírásokból alkothatunk képet róla.

## **Későbbi évek**

Svachulay az első világháború alatt az albertfalvai UFAG<sup>20</sup> repülőgépgyár munkáját irányította. A háborút követően azonban a repülőgépek gyártását és fejlesztését is megtiltó trianoni békediktátum súlyos csapást jelentett a magyar repülés fejlődésére. Nem kell hozzá nagy képzelőerő, hogy megértsük, a sok vérbeli pilótának és konstruktőrnek

---

<sup>17</sup> Dalia L.: I.m. 36.o.

<sup>18</sup> Révész T.: Repülőtér az Alpokaján 39.o.

<sup>19</sup> Dalia L.: I.m. 85.o.

<sup>20</sup> Ungarische Flugzeugfabrik Aktien Gesellschaft (Magyar Repülőgépgyár Rt.)

milyen szívbe markoló fájdalmat jelenthetett, amikor a hangárokból a békeszerződés feltételeinek végrehajtását ellenőrző tisztek felügyelete mellett darabokra törték a motorokat, szétfűrészelték a repülőgéptörzseket. Svachulay lakatosműhelyében sem végeztek többé repülőgép-összeszereléseket, csak ha a sportrepülőgépeken akadt elvéve némi lakatosmunka. 1922-től a Műegyetemi Sportrepülő Egyesület első gépeinek lakatosmunkáit segítette. 1930-ban ő készítette a Lampich Árpád és Samu Béla tervezte kétüléses, acélcső-szerkezetű L9 repülőgép egyik kísérleti példányát. Az 1938-tól nyugdíjaztatásáig Svachulay lett a Magyar Aero Szövetség központi modellezőműhelyének vezetője és oktatója, keze alatt modellezők nemzedékei nőttek föl.

A második világháború után a Magyar Repülő Szövetség külön kísérleti műhelyt szerelt föl számára. Nem adta fel egy emberi izomerővel működő repülőszerkezettel kapcsolatos elképzeléseit, ez azonban részben kísérleti modelljeinek megsemmisülése miatt nem valósulhatott meg. Összességében évtizedekig foglalkozott a verőszárnyas repülőgépekkel.<sup>21</sup> 1953-ban a repülés előmozdítása érdekében végzett úttörő munkájáért a Nemzetközi Repülő Szövetség Paul Tissandier-diplomával tüntette ki. Svachulay Sándor 1954. augusztus 25-én hunyt el Budapesten.

### Vitorlázó repülőgépek

Amikor a vitorlázógépek napja Magyarországon is felvirradt, a kezdeti sikereken felbuzdulva 1933-ban Svachulay is épített két egészen könnyű - ma ultralight-nak mondanánk - (kb. 60 kg tömegű) kis vitorlázó repülőgépet, pontosabban motor nélküli repülőgépet. Azért ez a megkülönböztetés, mert a vitorlázó repülőgépek kritériumait (szárny terjedtség, siklószám, szárny alaprajz...stb.) nem, csupán az általa hosszasan tanulmányozott és cikkeiben kifejtett, a madarak siklórepülését megvalósító gép működésének bizonyítását tartotta szem előtt.<sup>22</sup> A **Szent György I és II** típusokat a konstruktőr tulajdonképpen az ember által izomerővel hajtott, csapkodószárnyas repülőgép előtanulmányának szánta. Az akkori technikai színvonalnak megfelelő, lehető legkisebb fesztávolságú és felszállótömegű gépet kívánta megépíteni, hogy azzal kísérleti repüléseket is végezzenek. Svachulay barátjának, Lampich Árpádnak köszönhette, hogy terveit a Légügyi Hivatal támogatta. Legalábbis a rajzok elkészítésére 300 pengőt utaltak ki és egy megfelelő helységet is kilátásba helyeztek a kivitelezéshez. Svachulay

<sup>21</sup> Repülési Lexikon II.köt. Akadémiai Kiadó 1991.

<sup>22</sup> Pesti Hírlap 1912.02.25. és Az Aero 1917.09.15. számai

azonban a tettek embere volt, a rajzköltségekből saját lakásán megépítette a gép vázát, majd további támogatók bevonásával a vásznázás költségét is előteremtette. Az 1933 tavaszán elkészült gépet Svachulay felajánlotta az első magyar vitorlázórepülő egyesület részére, így a Gyurinak becézett gép a farkashegyi vitorlázóterep hangárjába került.<sup>23</sup> A Szent György II az első változat megerősített módosításaként hat hét alatt készült el.

A két gép mintegy másfél évig üzemelt Farkashegyről, mely során Lakihegyi (Formanek) Lajos 52 percet is vitorlázott vele, de több tucat más pilóta is repülte a típust. Végül szilárdságtani problémák miatt a hatóság letiltotta a repüléseket. Az I. változatot a konstruktőr szétszerelte, a másodikat pedig elajándékozta. Új tulajdonosai azonban egy szerencsétlen landolás során hamarosan összetörték azt.

A Svachulay-féle (vitorlázó) repülőgép-építés jelentőségét akkor mérhetjük fel igazán, ha tekintetbe vesszük, hogy a Trianon utáni repülési tilalom feloldásával 1931-ben kezdődő hazai vitorlázórepülés alig rendelkezett gépekkel, 1932-ben még csak 30 motor nélküli gép volt az országban. Janka Zoltán 1933-ban tervezte meg az első hazai gyártású teljesítmény-vitorlázó repülőgépet, a Gyöngyös 33-at. Ekkor készült a Rotter Lajos tervezte, világhírű Karakán is.<sup>24</sup>

## Találmányai

Repülőgéptervein kívül Svachulay nevéhez fűződik számos, a repüléshez kapcsolódó műszaki probléma megoldása. A már eddig felsorolt találmányai és korszakalkotó ötletei mellett feltétlenül meg kell említeni az állítható fém légcsavar találmányát. Ennek lényege azon a felismerésen alapul, hogy a légcsavar lapátjainak emelkedési szöge szoros összefüggésben áll a sebesség és a vonóerő kérdésével. Magyarán, adott emelkedési szöggel bíró légcsavar csak egy bizonyos sebesség mellett éri el legnagyobb hatásfokát, ugyanakkor annak negatív emelkedési szögben való beállításával fékezhető a sebesség. Ez utóbbi helyzet a leszállásnál kívánatos, hogy a kifutási út kellő mértékben lerövidüljön. Svachulay Sándor nevéhez fűződik sok egyéb más találmány is, például a Svachulay-féle cigarettatöltő gép. A töltés könnyű, mert a dohányt először a dugattyú előtti térbe préseli, aztán a tömör dohányt kell áttolni a papírhüvelybe.

---

<sup>23</sup> Jereb: Magyar vitorlázó repülőgépek 43.o.

<sup>24</sup> Jereb: I.m. 45.o.

## Írói munkássága

Svachulay Sándor egész életét a repülésnek szentelte; kutatómunkájáról írta meg „*A természet aviatikusai*” (Révai 1940) és munkásságáról a „*Repülőéletem*” (Magyar Repülő Sajtóvállalat Bp. 1942) című könyveit. Publikált a Pesti Hírlapban és az Aero magazinban is.

## Emlékezete

Svachulay Sándor 1954. augusztus 25-én hunyt el Budapesten. A múlt idő szakadatlanul a feledés porát hinti mindenre. Hírnév, tettek, események mind örökre elenyésznének, ha a történetírás nyitva nem tartaná éber szemeit. A nemzetközi technikátörténet emlékkönyvében külön fejezet szól Svachulay Sándorról és általa rólunk, magyarokról is. Emlékét a Budapest, XVII. kerületi Helikopter lakóparkban a nevét viselő utca is őrzi.



10. számú ábra. Svachulay Sándor síremléke Budapesten a Rákospalotai Köztemetőben

Forrás: <File:Svachulay Sándor sírja.jpg> - [Wikimedia Commons](#)

## Irodalom:

Csanádi Norbert – Nagyváradai Sándor – Winkler László: A magyar repülés története Műszaki Kiadó 1974.

Révész Tamás: Repülőtér az Alpokalján Zrínyi Kiadó 2009.

Magyar Aero Szövetség évkönyve 1918. Bp.

Repülési Lexikon Akadémiai Kiadó Bp. 1991.

Nagyváradi - M. Szabó - Winkler: Fejezetek a magyar katonai repülés történetéből Műszaki Könyvkiadó 1986. Bp.

Dalia László: Repülő emberek Sportpropaganda Vállalt 1987.

Horváth Árpád: A hadirepülés évszázada Zrínyi Katonai Kiadó Bp., 1968.

Jereb Gábor: Magyar vitorlázó repülőgépek Műszaki Könyvkiadó 1988. Bp.

Magyar Tudóslexikon A-tól Zs-ig

Svachulay Sándor: Repülőéletem Magyar Repülő Sajtóvállalat R.T. Bp. 1942.

Vajda Pál: Nagy magyar feltalálók (Zrínyi Honvéd Kiadó Budapest, 1958. pp. 194-202.).

## **Vitéz Szentgyörgyi Dezső zászlós**

(1915. január 6., Kőkút – 1971. augusztus 28., Koppenhága),  
a Magyar Királyi Honvéd Légierő legeredményesebb vadászpilótája,  
a magyarok ásza

### **Kezdetek:**

1915. január 6-án a Somogy megyei Kőkúton született Szánti Dezsőként, édesapja később változtatta nevét Szentgyörgyire. (Kőkút később összeolvadt Tapaszddal, ezért születési helyként több forrás Kőkúttapaszdót említ). Szentgyörgyi Dezső Enyingen végezte alapfokú iskoláit, lakatos szakmát szerzett.

### **A légierő kötelékében**

18 évesen önként vonult be a Magyar Királyi Honvédségbe, a légierőhöz. A honvédesküti 1933. szeptember 3-án tette le. Bár vadászrepülő akart lenni, először repülőgép-szerelőnek vették fel. A két éves iskolát kitűnő eredménnyel végezte Székesfehérváron, melyet követően parancsnokai hamar felfigyeltek rá és alkalmasnak találták arra, hogy vadászrepülőgép-vezetőnek képezzék ki. Ezt az iskolát 1938-ban fejezte be szintén kiváló minősítéssel.

Első harci bevetésére a Szolnoki 1/2. Ludas Matyi vadászrepülő század kötelékében a kárpátaljai hadműveletekben került sor. 1939. március 24-én átesett a tűzkeresztségen, századával az Iglót bombázó gépeket kísérték. 1941 tavaszán Reggiane Re.2000 repülőgépre kapott átképzést. 1942. nyarán az 1/1. Dongó vadászrepülő századdal

együtt került a keleti frontra. 1942. júliusától Re.2000 Héja, majd Bf 109 gépekkel repült. Első légiharca során (1942. augusztus 7-én) tévedésből egy német He 111 bombázógépet lőtt le (a német személyzetből két fő megsebesült). Ezután századával nagyszámú Jabo (Jagdbomber – vadászbombázó) bevetést repültek, légi harcokra ritkábban került sor. 1943. június 26-án a 92. bevetésén sikerült lelőnie első szovjet gépét. A magyar 4/1. bombázórepülő század Ju 88-as bombázóit biztosította Fábrián István szakaszvezető kíséretében, amikor szovjet Jak-7B típusú repülőgépek támadták meg a bombázókat és az egyiket Szentgyörgyi lelőtte. Utolsó bevetését 1943. augusztus 7-én repülte. 18 hónapos frontszolgálat alatt 141 bevetésen szovjet gépek lelövésével 6 igazolt győzelmet aratott.

### **Pumák között**

1944. május 1-jén megalakult a 101. Puma vadászrepülő osztály, melynek 101/2. Retek századába került, amely Szentgyörgyi korábbi szolnoki századából alakult meg.



11. számú ábra. A Pumák között

Forrás: [Hadtörténeli Intézet és Múzeum \(militaria.hu\)](http://militaria.hu)

A Pumák között is folytatódtak sikerei. 20 bevetésen 6 amerikai gépet lőtt le, köztük P-38 Lightningot is és még további 17 szovjet gépet, az utolsót 1945. április 16-án. 1944. november 16-án léptették elő zászlóssá. Nagy szakmai tekintélyét nem csak légigyőzelmeinek köszönhette, hanem mert kiválóan repült és sohasem tört pilótahibából gépet. Azon kevés pilóta közé tartozott, akinek gépét soha nem lőtték le, a legenda szerint nem is fogta a golyó. A háborút mintegy 220 bevetéssel és 29, egyes források szerint 300 bevetéssel és 33 igazolt légigyőzelemmel fejezte be, így ő lett minden idők legeredményesebb magyar vadászpilótája.



A háború összes résztvevője tisztelte őt, mert EMBER volt, csupa nagybetűvel. Amikor egy Balaton környéki légi harc során egy angol Mustang pilótája nem tudott visszalőni, Szentgyörgyi intett neki: „Menj!” Úgy gondolkodott, hogy egyrészt meg kell védeni a Hazát, másrészt aki először lő, az marad életben, aki viszont nem tud lőni, az aligha lehet veszélyes, de főleg nem ellenség. Leszállás után a Puma század parancsnoka, Ujszászi György százados felelősségre is vonta, hogy miért nem lőtte le az ellenséget, mire ő azt felelte: „Katona vagyok, nem gyilkos!”

Egy más alkalommal német kötelékben repülve lelőtt egy szovjet gépet. Amikor a pilóta kiugrott, és ejtőernyőn lógva a németek tűz alá vették, Szentgyörgyi körbe repülve a földig kísért, nem hagyta, hogy végezzenek vele. Nem csoda hát, hogy a háború után több, korábbi ellenfele felkereste, hogy személyesen is találkozhasson vele.

Amikor Malév-pilótaként először repült Londonba, egy angol férfi virágcsokorral várta. Évekig nyomozott utána, de végül is kiderítette, hogy kinek köszönheti az életét – ő volt ugyanis a Mustang pilótája.

Más alkalommal a Szovjetunióban voltak a Malév-pilóták szimulátoros képzésen. Szentgyörgyi a legnehezebb feladatot kérte, az egy oldalon leálló két hajtómű esetét. Amikor az oktató megtudta, hogy ki az az ember, a kabin ajtaját feltépve rohant, hogy kezét rázzon egykori megmentőjével, aki nem hagyta, hogy lelőjék. "Vezérünk a bátorság, kísérőnk a szerencse" - szólt és szól ma is a PUMA század jelmondata, amely Szentgyörgyi Dezső egész pályáját, életét jellemezte. 1945. május 3-án esett amerikai hadifogságba.

## **A háború után**

Az amerikai hadifogság után 1946–1949 között, a sors furcsa finto-raként a MASZOVLET (Magyar – Szovjet Légiforgalmi Társaság) utasforgalmi pilótája lett Li-2 típuson. A vállalat szovjet vezetője ragaszkodott hozzá annak ellenére, hogy tudott Szentgyörgyi 27 szovjetek elleni légigyőzelméről. Tudta azt is, hogy ez az ember nem fasiszta, hanem kiváló pilóta. Közben Szentgyörgyi megnősült, majd megszületett fia, az ifjabb Dezső is.

1950-ben hűtlenség vádjával letartóztatták 7 évre ítélték, és csak 1956 augusztusában szabadult ki a börtönből. Az ÁVH pribékjei 31 napon át kínozták, mégis csak felesége sírása tudta annyira megtörni, hogy aláírta az ellene koholt vádakát. Családja évekig azt sem tudta,

hogyan él-e még, de fia még évekkal később sem tudhatott semmit apja múltjáról.

Szentgyörgyi Dezső szabadulása után lakatosként helyezkedett el és meglehetősen nyomorban élt, azonban lelkierejének, szorgalmának és kitartásának köszönhetően 1957-ben visszakerült a pilótaülésbe. Azon szerencsések közé tartozott, akiket rehabilitáltak, és november 1-től ismét repülhetett, immáron a Malév gépein - bár a gépjárművezetői jogosítványát egy ideig még nem kapta vissza. Legendás életének színes epizódja, hogy – fia elmondása szerint – egy időben együtt raboskodott Kádár Jánossal, akit belügyminiszter volta ellenére sem kímélt a Rákosi-rezsim. Letépett körmeik helyét egymásnak kötötték be a börtönben, így alakult ki az a bizalom közöttük, mely alapján a repüléstől rettegő Kádár többször kijelentette, hogy csak Szentgyörgyivel hajlandó gépre szállni.



11. számú ábra. A MALÉV kapitánya  
Forrás: [Névadónk: Szentgyörgyi Dezső - JETfly](#)

Később a MALÉV-nél Il-14-es és Il-18-as típusok kapitányaként a legjobb pilóták közé tartozott. Több mint ötmillió km-t repült. Legendás szerencséje 1971. augusztus 28-án hagyta el, amikor a Malév MA-731-es számú koppenhágai járatának katasztrófája során repülőhalált halt az (Iljuszin) Il-18V típusú, HA-MOC lajstromjelű repülőgéppel. A repülőgép az akkor még ismeretlen meteorológiai jelenségbe, microburst-be (nagy erejű, kis kiterjedtségű leáramló légáramlás) került és Kastrup repülőtere előtt, leszállási manőver végrehajtása közben a tengerbe csapódott. Ma már külön időjárásfigyelő radar ellenőrzi a repülőtér környékét a microburst-ből eredő katasztrófák elkerülésére, de akkor ilyen még nem létezett.

Szentgyörgyi a katasztrófa napjáig összesen 13 ezer 594 órát repült (ebből több mint hétezret Il-18-ason), tehát helyesen ismerte fel a helyzetet, de a kis magasság és a rendelkezésre álló rendkívül rövid idő nem volt elegendő a repülőgép megfelelő mértékű gyorsításához. A katasztrófa során a gép személyzete, valamint három kivételével az összes utas életét veszítette. A legendás pilótának mindössze három hete lett volna a nyugdíjba vonulásáig.

Pályája során mindvégig a szerénység, az egyszerűség, a segítőkészség, a magas szintű szakmai felkészültség és a bajtársiasság jellemezte. Életének 55 éve, 5 millió repült kilométernyi munkássága és nemes jelleme az alábbi mondatban hűen tükröződik: *„Igaz emberséget adta példamutatásul azoknak, akiknek szívében a nemes erkölcsiség a legnagyobb érték.”*

## **A katasztrófa**

A katasztrófát Dánia légügyi hatósága vizsgálta ki magyar és szovjet szakértők bevonásával. A csaknem hároméves vizsgálat során keletkezett több mint száz oldalas jegyzőkönyv (Aircraft Accident Report) egyértelműen megállapította, hogy a gép személyzetének megvoltak a szükséges szakszolgálati engedélyei. Semmilyen pszichikai vagy más egészségügyi problémájuk nem volt, a rádióforgalmazás mindvégig szabályos volt. A személyzet vérében nem találtak alkoholt vagy szénmonoxidot. A repülőgép szabályos okmányokkal rendelkezett, terhelése (25 utas, 270 kilogramm poggyász), valamint súlypontelosztása az előírt határokon belül volt. Az Il-18-asnak még több mint egyórányi repülésre elegendő tüzelőanyaga volt, és a bizottság nem talált meghibásodásra utaló jelet sem. A repülőgép szabályos ILS (Instrument Landing System – műszeres leszállítórendszer) megközelítést hajtott végre Kastrup repülőtér 22-es bal pályájára, kiengedett futóművekkel és 30 fokos fékszárnyállással repülve, amikor a pályától mintegy 10 kilométerre, Saltholm sziget közelében hirtelen elhagyta a siklópályát és 15-20 fokos pozitív állásszöggel a vízbe csapódott.

A kivizsgálóbizottság a meglévő adatok alapján csak feltételezni tudta, hogy valamilyen váratlan időjárási körülmény játszott közre a katasztrófában. A kérdéses időszakban ugyanis a repülőtér körzetében váltakozó szélereősséggel és turbulenciával erős zivatartevékenységet tapasztaltak, bár ennek ellenére Koppenhága Kastrup forgalma folyamatos volt (fél óra alatt hét gép szállt le), így nem rendeltek el semmilyen korlátozást. Nehézség inkább akkor jelentkezik, ha

drasztikusan megváltozik a szél iránya és erőssége, tehát szélnyírás (windshear) jön létre. Mivel ilyenkor a szembeszél hirtelen hátszélle alakul, a repülőgép intenzív süllyedésbe megy át, mert a levegőhöz viszonyított, lecsökkent sebesség már nem termel kellő felhajtóerőt. Ilyen esetekben a maximálisra fokozott hajtómű-teljesítmény segíthet, de csak akkor, ha elegendő a magasság a sebességnöveléshez. E jelenség a tapasztalt pilóták számára régóta ismert volt, így nem érthette váratlanul Szentgyörgyi Dezsőt és személyzetét sem.

Azt viszont csak több mint egy évtizeddel később sikerült bebizonyítani, hogy létezik a szélnyírásnak egy rendkívül veszélyes formája: a microburst, avagy földközeli szélnyírás. 1976 és 1986 között a katasztrófák halálos áldozatainak 40 százaléka ezzel összefüggő eseményben vesztette életét. Kutatási program egyértelműen bizonyította, hogy a microburst egy viszonylag kis területre koncentrálódó, rendkívül heves leáramlás. A leáramlásába bekerülő repülőgép másodpercenként akár 20-30 métert is süllyedhet, amely fel- vagy leszálláskor katasztrófális következményekkel járhat. Ráadásul a microburst mindössze 5-10 percig tart, tehát alig marad idő az észlelésére. A földön telepített Doppler-radar kiválóan alkalmas a jelenség jelzésére, s az 1980-as évek végére már megjelentek a repülőgépek fedélzetén is az első szélnyírásjelző berendezések.

A Malév 1990-es évek elején érkezett B-737 „Classic” gépein például a riasztórendszer már a vizuális jelzés mellett szirénát működtetett, és egy szintetizált géphang „windshear” figyelmeztetést adott. Sőt, a pilóták számára azt is jelezte, milyen mértékben kell megváltoztatni a repülőgép állásszögét. 1971-ben tehát ezt a jelenséget – bár tapasztalhatták – még nem ismerték. A személyzet az igen erős leáramlás miatt megnövelte a hajtóművek teljesítményét és megkezdte a futóművek behúzását. Ennek ellenére már nem kerülhették el a katasztrófát, mert a vizet elérve a még kinti helyzetben lévő futóművek lökésszerű fékezésének hatására a törzs három részre szakadt és néhány másodpercen belül elmerült. A roncsokat húsz perc elteltével, a futópálya végétől 10 kilométerre fedezték fel a tengerben, de már csak három túlélőt találtak. Egyikük, egy 31 éves keletnémet úszó (Jürgen Hermann) a gép vízből kiálló farokrészén tudott megkapaszkodni, majd sikerült maga mellé felhúznia egy fiatal nőt és annak 59 éves anyósát is, akik a becsapódáskor a középső kabin első feléből repültek a tengerbe. Mint később elmondták, még látták a vízben úszni az egyik légiutas-kísérőt, akivel néhány szót váltottak is, de aztán eltűnt a szemük elől.

## Emlékezete

Szentgyörgyi Dezsőt a Farkasréti temetőben helyezték örök nyugalomra. Sírján a Repülőbázis által készített fekete, márvány Messerschmittet helyeztek el. 1990-ben a honvédelmi miniszter parancsára a hadsereg ezredei történelmi hagyományokból eredő nevet vettek fel. Kecskeméten is az állománygyűlésre bízták a névválasztást, melyen több név is elhangzott. Szentgyörgyi Dezső repülőzászlós nevét Szabó Árpád hadnagy ajánlotta. Az ötletet a többség támogatta, az illetékesek is jónak találták. A nagynevű pilóta egykori harcostársai és családja is jelen volt, amikor 1990. április 28-án az alakulat felvette a Szentgyörgyi Dezső nevet.



12. ábra. Sírja a Farkasréti temetőben

Forrás: [Szentgyörgyi Dezső – Wikipédia \(wikipedia.org\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Szentgyörgyi_Dezső)

### Források:

Becze Csaba – Elfelejtett hősök – A Magyar Királyi Honvéd Légierő ászai a II. világháborúban, Peudlo Kiadó, 2006, ISBN 963 9673 064

Császár Ottó – Élet és Halál a Levegőben – vitéz Szentgyörgyi Dezső életrajzi regénye, Malév Kiadó, 1994, ISBN 963-450-600-3

Krascsenics Lajos – Egy Magyar Királyi Vadászrepülő Visszaemlékezései, TIPO-KOLOR Kft.

M. Szabó Miklós – A Magyar Királyi Honvéd Légierő a második világháborúban, Zrinyi Kiadó, 1987, ISBN 963-326-366-2

Pataki I./Rozsos L./Sárhidai Gy. – Légi Háború Magyarország Felett I-II., Zrinyi Kiadó, 1992, ISBN 963-327-154-1, ISBN 963-327-163-0

Punka György – A "Messzer" – Bf 109-ek a Magyar Királyi Honvéd Légierőben, OMIKK, 1995, ISBN 963-593-208-1

Punka Gy./Sárhidai Gy. – Magyar Sasok – A Magyar Királyi Honvéd Légierő 1920 – 1945, K.u.K. Kiadó, 2006, ISBN 963-7437-51-7

Tobak Tibor – Pumák Földön-Égen, Lap és Könyvkiadó Kft., 1989, ISBN 963-7403-35-3

Draveczki-Ury Ádám: Filmbe illő történet Magyar Honvéd XXVI. évf. 12. sz. 2015. december

[https://balkanimozaik.blog.hu/2013/08/31/a\\_malev\\_1971-es\\_koppenhagai\\_jaratarol\\_mesel\\_egy\\_baratom](https://balkanimozaik.blog.hu/2013/08/31/a_malev_1971-es_koppenhagai_jaratarol_mesel_egy_baratom) (Letöltés: 2020.06.10.)

<http://iho.hu/hir/legikatasztrofa-koppenhagaban> (Letöltés: 2020.06.10.)

[https://ntf.hu/index.php/2017/09/16/szentgyorgyi\\_dezso\\_utoolso\\_repulese\\_az\\_ma-731-es\\_jarat\\_katasztrofaja/](https://ntf.hu/index.php/2017/09/16/szentgyorgyi_dezso_utoolso_repulese_az_ma-731-es_jarat_katasztrofaja/) (Letöltés: 2020.06.10.)

Vándor Kálmán: Aki túlélte a koppenhágai légi katasztrófát. Beszélgetés Jürgen Hermann-nal, aki még két utast kimentett Népszava 1971. november 7. 4. o.

<https://www.jetfly.hu/mh-59.-kecskemmet/82-nevadonk-szentgyorgyi-dezso> (Letöltés: 2020.06.10.)

[http://www.mh59.hu/rovatok/hu/bazis/nevadonk/szentgyorgyi\\_dezso/](http://www.mh59.hu/rovatok/hu/bazis/nevadonk/szentgyorgyi_dezso/) (Letöltés: 2020.06.10.)

Ernő Hegedűs<sup>1</sup>

## THE IMPACT OF AIR MECHANISATION ON THE ORGANISATIONAL DEVELOPMENT OF AIRBORNE TROOPS (1935-2020)

A LÉGIDESZANTCSAPATOK SZERVEZETI FEJLŐDÉSE, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A LÉGI GÉPESÍTÉSRE (1935-2020)

<https://doi.org/10.30583/2020.4.182>

### **Abstract**

*The paper gives an overview of the organisational development of airborne troops between 1935 and 2020. Focusing on two periods, World War II and the age of modern warfare, it studies the organizational development of airborne troops centred on the process of air mechanisation, which transformed airborne organizations into mechanized organizations.*

**Key words:** airborne transport of troops, airborne organizations, paratroops, airmobile organizations, airborne troops, special operation forces

### **Összefoglalás**

*A légideszant és légi szállítású csapatok szervezeti fejlődését 1935-től 2020-ig tekinti át a cikk. Két korszakra – a II. világháborúra és a modern hadviselés időszakára - koncentrálna vizsgálja a légideszantcsapatok szervezeteifejlődését és kiemelt folyamatként a légi gépesítést, a légideszant szervezetek gépesített szervezetté válását.*

**Kulcsszavak:** csapatok légi szállítása, légideszant szervezet, ejtőernyős csapatok, helikopteres légimozgékony szervezetek, légi szállítású csapatok, különleges műveleti erők

---

<sup>1</sup> Dr. Hegedus Erno Lieutenant Colonel, University of Public Service assistant professor, Bertalan Szemere Hungarian Law Enforcement Historical Society department leader ORCID: 0000-0001-8457-5044

## **Introduction**

Since the beginning of the 1930s, the establishment of airborne organisations has made it possible to insert ground forces into denied areas through airborne operations, and this tactical opportunity eventually resulted in the organisational development of airborne troops.

Providing a general overview of the entire development process, the paper focuses on two periods, which are the following:

- World War II (1939-1945);
- from the Vietnam War to the present.

The reason for that approach is that air mechanisation, which transformed airborne organisations into mechanized organisations, was mainly accomplished during these two periods as a result of the availability of sufficient air transport capacities. Combat vehicles were first airlifted to the theatre by glider aircraft between 1939 and 1945, and this capability became available again with the emergence of helicopter based airmobile operations after the Vietnam War.

After a historical overview, specific types of air mechanised organizations are introduced, and the organizations of the two target periods are analysed through a comparison of their capabilities, focusing on the process of air mechanization.

### **1. A general overview of the development of airborne organisations**

In 1918, following the appearance of airplane and parachute capabilities, the establishment of paratroops was proposed by Colonel William Mitchell, a theoretician of the American Airforce. As a result, the first parachute battalions and regiments were set up between the two world wars, which were soon complemented by a new organisational form: The glider airborne unit.

During the Second World War, airborne troops were employed on a large scale, mainly by the American and British military. During this period, the focus was on the deployment of paratroops. Thus, the typical organisational form was the parachute division, but glider units



and other airborne elements also appeared. Airborne Special Operation Forces organizations, such as the SAS and Szpecnaz, inserted mainly paratrooper organisational elements into enemy territory. The American Marines also began to establish their parachute companies and they completed the first steps of air mechanisation as well; by the 1940s their glider organizations were able to airlift armoured fighting vehicles in a range of 8 – 20 tonnes to the theatre.<sup>2</sup> Airplane based airborne organizations were used mainly by the German military, which were developed all the way to division level (Luftland division).<sup>3</sup> By 1945, Ground Forces, the Marines and Special Operations Forces had become inseparable from Airborne organizations in the organizational structure of the developed military forces of the world.

However, due to the development of new air defence capabilities and the obsolescence of glider aircraft, airborne organizations were undergoing a decline by the 1950s. As a result of the emergence of modern air defence capabilities, the deployment of paratroopers had become increasingly risky, which caused a significant decrease in the proportion of parachute divisions and brigades by the next decade.

The next step in organisational development was facilitated by the appearance helicopters equipped with turbo propeller engines providing the organisers of airborne troops with a new tool, with the help of which the American military established the first helicopter based airmobile higher echelon unit (1st Air Cavalry – Air Mobile Division). The appearance of the helicopter had a fundamental impact on the military tactics of the American Marine force, and during the Vietnam War they established their airmobile organisations as well. The Soviet military set up its airmobile organisations during the Afghanistan intervention (1979 – 1988). Airmobile organisations went through a significant quantitative development process from the Vietnam War to the end of the Soviet – Afghan War (1968 – 1988). As a result of the development of turboprop helicopters, increased transport capacities and the construction of the CH-53 and Mi-26 models, an organisational development process called air mechanisation had emerged, which represented a qualitative change in airborne operations. It meant that the typically light infantry airborne organisations were transformed into a mechanised force in the

---

<sup>2</sup> Hegedűs Ernő: A légideszantok fejlődése a második világháborúban és hatása napjaink légi gépesítési törekvéseire. Disszertáció, ZMNE KMDI, 2009.

<sup>3</sup> Turcsányi Károly - Hegedűs Ernő: A légideszant: 1. köt.: Elméletek, eljárások és a légi gépesítés a kezdetektől 1945-ig. Püedlo Kiadó, Debrecen, 2007.

developed military forces of the world.<sup>4</sup> The German military created the world's first armoured airmobile organisation, the airborne antitank battalion using the Wiesel light tank<sup>5</sup>. By that time, armoured vehicles had been widely used in both airmobile and airborne organisations in the Soviet military. The American military organised an airborne armoured battalion based on the Sheridan tank, and the establishment of air mechanised organisations had become paramount in the organisational development of airborne units in the coming decades. It is also typical of the establishment of airborne organisations that in the past 20 years only six airborne Stryker type wheeled armoured fighting vehicle brigades have been established in the American military as higher echelon units<sup>6</sup>.

## **2. The establishment of Airborne troops in World War II and the beginning of air mechanisation**

The first German parachute regiment was set up in April 1935. By 1938, the first airborne glider stormtrooper units had been established within the organizational structure of the paratroops. The 22nd Air Transport Division conducted exercises together with the paratroops in 1938. In 1939, the paratrooper forces were organised to a division level. In 1940, the 7th Parachute Division and 22nd Airborne Division were merged into the XI Airborne Corps. In 1943, the 22nd Airborne Division became fully mechanised.<sup>7</sup> In 1944, the 91st Luftland Mechanised Airborne Division was established.<sup>8</sup> They had the capability to airlift light armoured fighting vehicles by transport planes, and medium category armoured fighting vehicles by glider aircraft.

---

<sup>4</sup> Grange – Wass – Liebert – Jarrot – Huber – Sparks: Air-Mech-Strike. Asymmetric Maneuver Warfare for the 21st Century. Turner Publishing Company, Paducah, 2002.

<sup>5</sup> Turcsányi Károly - Hegedűs Ernő: A légideszant: 2. kötet: Ejtőernyős-, helikopteres- és repülőgépes deszantok a modernkori hadviselésben: 1945-2010. Püedlo Kiadó, Debrecen, 2011.

<sup>6</sup> Turcsányi Károly - Hegedűs Ernő: A légideszant: 2. kötet: Ejtőernyős-, helikopteres- és repülőgépes deszantok a modernkori hadviselésben: 1945-2010. Püedlo Kiadó, Debrecen, 2011.

<sup>7</sup> Roger Edwards: German Airborne Troops 1936-1945. Garden City, Doubleday, 1974. 62. o.

<sup>8</sup> Bruce Quarrie: Das Grosse Buch der Deutschen Heere im 20. Jahrhundert. Podzun-Pallas, Friedberg, 1990. 121. o.

In the American military, in 1941 a parachute battalion started to conduct exercises together with an airborne infantry battalion established in the same year, and the first Marine parachute battalion was organised as well. In 1943, the American airborne division was set up, and in 1944 three additional airborne divisions were created. In August 1944, divisions in the European theatre were organised into an airborne corps.

The parachute divisions were reinforced with artillery regiments transported by gliders, the light guns of which were towed by light military trucks.<sup>9</sup>

In the British military, two airborne brigades were established in 1941. One brigade consisted of parachute battalions, while the other was organised as a glider unit. The most mobile organisational element of the division was the glider armoured reconnaissance regiment, which consisted of an armoured battalion with 22 light battle tanks, an armoured reconnaissance battalion with 25 armoured vehicles, a mechanised infantry battalion with 25 armoured personnel carriers (Bren Carrier), and a motorcycle and light truck reconnaissance company.

The Soviet airborne troops were organised into six brigades in 1938. The organisation of the airborne brigade was divided into three parts in 1940: A parachute, a glider and air transport group with two – two battalion size forces, where each group had a signal, reconnaissance and a motorcycle company.<sup>10</sup> The air transport groups were reinforced by an armoured company with 11 pieces T – 38 battle tanks.

The Soviet airborne corps, organised in 1941, consisted of three brigades. The corps was supported by an independent armoured battalion, which consisted of three armoured companies with 50 pieces T – 37 light battle tanks. A reconnaissance platoon equipped with armoured trucks and a platoon equipped with sidecar motorcycles were also part of the armoured battalion's organisation. The light battle tanks were airlifted by TB – 3 transport aircraft and they were delivered using the landing method.

---

<sup>9</sup> Uo. 218. o.

<sup>10</sup> Glantz, David M.: The Soviet Airborne Experience. Combat Studies Institute, Fort Leavenworth, 1984. 21. o.

### 3. Mechanised airborne organisations since the 1980s

In the 1980s, the American 82nd Airborne Division was organised into five brigades: four airborne brigades and an airmobile brigade. The merger of the forces of the 82nd Airborne Division with mechanised units was made possible by the fact that by 1991 the Division had become fully mechanised with light (airportable, parachutable) wheeled vehicles, so they had 3200 vehicles in total, including 1400 HMMWV military trucks, LAV – 25 wheeled reconnaissance fighting vehicles, and an armoured division equipped with 56 Sheridan light battle tanks.

Since the 1980s, the highest organisational element of German airborne troops has been the airborne division. For the deployment of the elements of the division C -160 type transport aircraft, CH – 53 heavy and UH – 1 light transport helicopters are used. The Wiesel fighting vehicles have been organised into a parachute anti-tank battalion.<sup>11</sup> The anti-tank battalion consists of a support platoon with 1 Wiesel fighting vehicle and 1 command vehicle, and three anti-tank companies each equipped with 3 Wiesel fighting vehicles with anti-tank missiles, 2 Wiesel fighting vehicles with machine guns, and 2 ammunition transport vehicles. 37 of the fighting vehicles of the battalion are equipped with anti-tank missiles and 24 of them are with machine guns, so altogether there are 61 Wiesels in service.<sup>12</sup>

The British airborne battalion has about 5000 personnel, and it was established at the end of the 1970s with one HQ company, three parachute companies, one airmobile company, a light armoured battalion equipped with Scorpion, Scimitar, Spartan and Stryker fighting vehicles, a parachute artillery battalion, an airborne engineer battalion and three helicopter battalions. Since 1981, the Scorpion light tank equipped with a 90mm gun has provided a capability against limited armoured targets at the light armoured battalion.

The Artillery Battalion, equipped with 24 105mm guns, was re-equipped with LW 155 type 155mm light guns in 2003.<sup>13</sup> The

---

<sup>11</sup> Reinhard Marek: Ejtőernyős páncélelhárító zászlóalj. Truppenpraxis, 1992. évi 6. sz.

<sup>12</sup> Wolfgang Mettler: The German Airborne Antitank Battalion and the Wiesel Armored Weapon Carrier. Infantry, 1995. 1.

<sup>13</sup> Daniel T. Head: The 2<sup>nd</sup> Parachute Battalion's War in the Falklands. Armor, 1999. 2. 9. o.

transportation of the anti – tank equipment of the battalion and the towing of the light infantry is supported by 44 Supacat light vehicles.

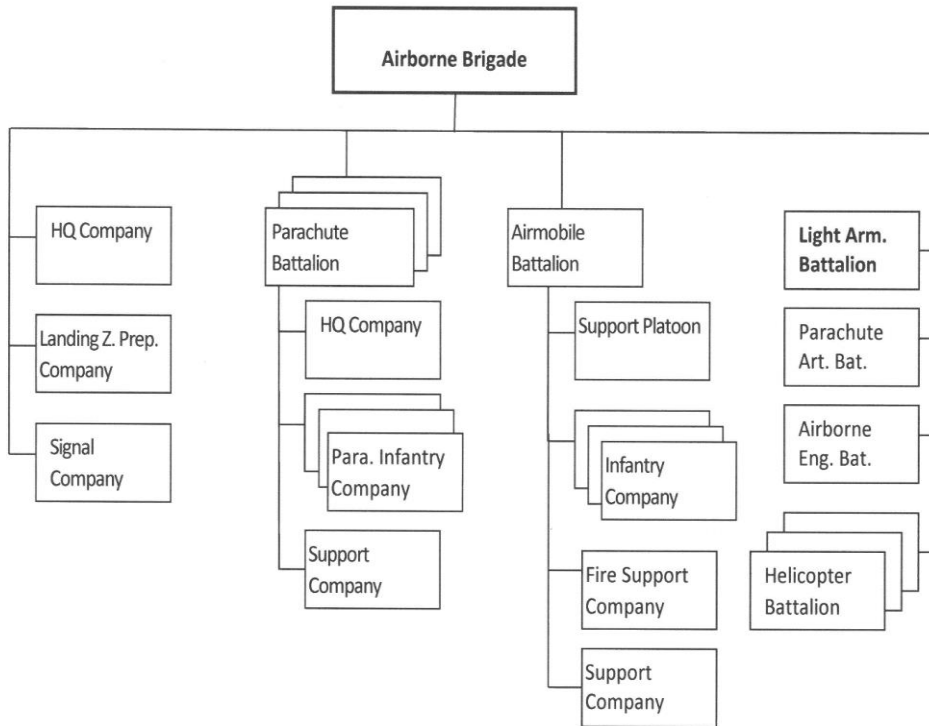


Figure 1. The British Airborne Brigade (1982)

The Soviet military had 5 operational airborne divisions and 9 airborne brigades in 1985, which were later mechanised with BDM and BRDM armoured fighting vehicles. The airlift and delivery of the 2600 strong Soviet airborne brigade is done by helicopters using the landing method. The organisation consists of a brigade staff, four airborne battalions, one anti – tank artillery battalion, an armoured reconnaissance company equipped with 4 BRDM armoured reconnaissance light fighting vehicles, an anti – tank battery equipped with 9 BRDM anti – tank missile carriers, an air defence artillery battery and other support elements.

Two of the airborne battalions have parachute capabilities to ensure the rapid deployment of a large number of troops, which, with the exception of the light military vehicles, are not mechanised. Both of the other two battalions are equipped with 64 BMD fighting vehicles. The airlift of the 8000 strong airborne division is done mainly by airplanes with the help of parachutes. The organisation of the division consists of three parachute infantry regiments, a parachute artillery regiment,

an anti – tank artillery battalion, an engineer and signal battalion, a reconnaissance company equipped with 9 BRDM armoured reconnaissance fighting vehicles, an air defence artillery battalion and other support elements. The parachute regiment has been mechanised with 105 armoured fighting vehicles and 13 BRDM armoured reconnaissance fighting vehicles.

The American Objective Force program, launched in 1992, aimed to establish mobile forces through the development of mechanised airborne organisations, which target was to be reached after 2010.<sup>14</sup> During this program, the decision was made to establish an airborne battalion equipped with mid - sized fighting vehicles which could be airlifted to any part of the world in order to provide second echelon reinforcement for airborne divisions. Presently, this function is performed by the Stryker Brigade Combat Team. The Stryker Brigades can be transported by C 130 Hercules transport aircraft.

So far, six such combat teams have been set up. The Stryker Airborne Brigade consists of three mechanised infantry battalions, an armoured reconnaissance battalion, a Howitzer artillery battalion, a support battalion, and an anti – tank, a signal and an engineer company. The airborne mechanised infantry battalion comprises an HQ Company composed of a reconnaissance, signal and heavy mortar platoon, three infantry companies, a 105mm self – propelled artillery company and a mortar squad. The armoured reconnaissance battalion is made up of three armoured reconnaissance companies. The reconnaissance companies are composed of three armoured reconnaissance – target acquisition platoons, a longrange reconnaissance platoon with a radar platoon including UAV and CBRN reconnaissance elements, and a heavy mortar platoon.

## Summary and conclusions

Airborne organisations experienced the most dynamic growth and development during the Second World War between 1939 and 1945. In addition to paratroops, glider airborne troops were also established during this period. Considerable efforts were made to achieve the mechanisation of these troops, and part of their transport vehicles were made suitable for conducting airborne operations in the theatre.

---

<sup>14</sup> Owen, R. C. – Fogg, T. A.: Air Mobility Command and the Objective Force: A Case for Cooperativ Revolution. Military Review, 2001. 1. sz. 11. o.

During the period between 1945 and 1968, airborne organizations lost from their significance, mainly due to dynamic developments in the field or air defence.

Airborne troops have experienced a revival and undergone a second dynamic development phase between 1968 and 2020 with the emergence of airmobile organisations. By the end of the 1960s, based on high performance helicopters, a detailed airmobile methodology had been developed and the first airmobile organisations had been established.

Beginning in the 1980s, airborne armoured divisions were organised again in the British (Scorpion tank), American (Sheridan tank) and German (Wiesel tank) military. The Soviets used infantry fighting vehicles (BMD) to mechanise their airborne organisations, and the Americans set up airborne Stryker brigades after the turn of the millennium.

Altogether it can be concluded that a study of the organisational development of airborne organisations should be based on two periods: The time of the Second World War and the age of modern warfare (from the Vietnam War to the present).

The reason for that is that during the Second World War as well as in modern times, the technological development of military assets used by airborne organisations resulted from air mechanisation, the main elements of which were and still are airtransportable vehicles and fighting vehicles and air transport vehicles capable of landing in the theatre.<sup>15</sup> Air mechanisation, which transformed airborne organisations into mechanised organisations, was realised during two main periods resulting from the availability of the air transport capacities required.

The airlift of fighting vehicles to the theatre was made possible by glider aircraft between 1939 and 1945, and the same capability was provided again by the emergence of helicopter based air mobility after the Vietnam War.

---

<sup>15</sup> Hegedűs Ernő: A légideszantok fejlődése a második világháborúban és hatása napjaink légi gépesítési törekvéseire. Disszertáció, ZMNE KMDI, 2009, 130 p. PhD tézis.

AIR MECHANISATION IN THE DEVELOPED MILITARY FORCES  
BETWEEN 1939 - 2020

Table 1.

	<b>Air mechanisation</b>	
	<b>1939-1945</b>	<b>1980-2020</b>
<b>German military</b>	„Luftland” Airborne Division	German Airborne Brigade Wiesel Anti-tank Armoured Bat.
<b>British military</b>	Airborne Brigade Armoured Rec. Regiment	British Airborne Brigade Scorpion Light Armoured Bat.
<b>American military</b>	Light Artillery of Glider Artillery Regiment and tow trucks	(1.) Airborne Division Sheridan Armoured Battalion; (2.) Stryker Airborne Brigade
<b>Soviet/Russian military</b>	Soviet Airborne Corps Independent Armoured Battalion	Airborne Brigade and Division BMD fighting vehicles

Air mechanisation as a form of organizational development was accomplished mainly in two periods: 1939-1945 and 1980-2020. The change in airborne capabilities is illustrated by Figure 2.

Based on the above, the following can be concluded with regard to the development of airborne organisations from the aspect of air mechanisation:

1. Air mechanisation started in 1939 with the introduction of high transport capacity, heavy duty glider aircraft, but this process came to a halt with the withdrawal of gliders from service in 1945 (Figure 2). In the 1980s, an increase in transport capacities gave air mechanisation as a form of airborne organisational development process a new momentum (Table 1).
2. The trend line in Figure 2 and a study of the organisations listed in Table 1 confirm that air mechanisation has been the main driving force behind the organisational development of airborne troops.
3. Air mechanisation as an organisational development process experienced an intensive growth in two main periods (1939-1945; 1980-2020) resulting from the availability of safe combat air transport capacities.



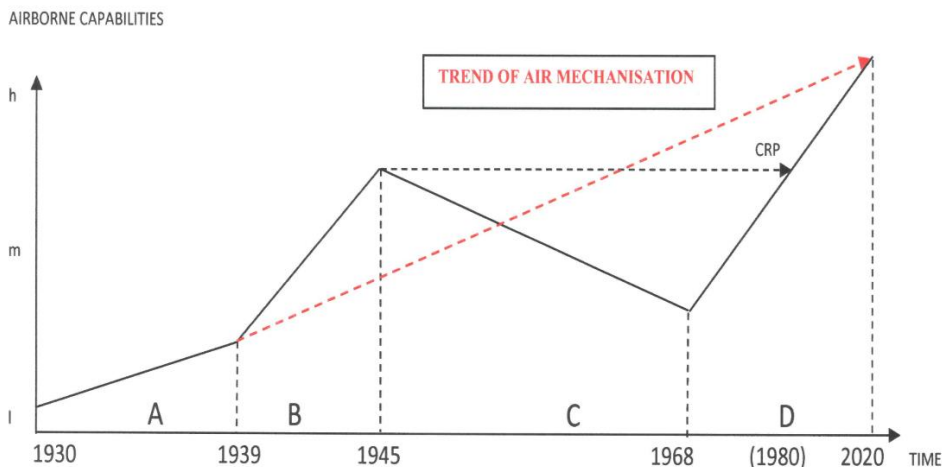


Figure 2. Time periods and tendencies in the change of airborne capabilities (1930-2020)

- A establishment of airborne units: the age of airborne infantry organisations;
- B dynamic development of airborne organisations, the beginning of air mechanisation;
- C crisis of airborne organisations;
- D dynamic development of airborne military assets and their application;
- CRP capability replacement point: the second phase of air mechanisation;
- h high capability level;
- m medium capability level;
- L low capability level.

## Bibliography

- Charles A. Jarnot: Air-Mech-Stryke XXI. New Revolution in Maneuver Warfare. Forth Leavenworth. 1993.  
[www.geocities.com/air\\_mech\\_stryke/jarnotcgscthesis.htm](http://www.geocities.com/air_mech_stryke/jarnotcgscthesis.htm).
- Daniel T. Head: The 2nd Parachute Battalion's War in the Falklands. Armor, 1999. 2.
- Franz W. P.: Airmechanization, the next generation. Military Review, 1992. évi 2. sz.
- Glantz, David M.: The Soviet Airborne Experience. Combat Studies Institute, Fort Leavenworth, 1984.
- Grange – Wass – Liebert – Jarnot – Huber – Sparks: Air-Mech-Strike. Asymmetric Maneuver Warfa-re for the 21st Century. Turner Publishing Company, Paducah, 2002.

Hegedűs Ernő: A légideszantok fejlődése a második világháborúban és hatása napjaink légi gépesítési törekvéseire. Disszertáció, ZMNE KMDI, 2009, 130 p.

Owen, R. C. – Fogg, T. A.: Air Mobility Command and the Objective Force: A Case for Cooperativ Revolution. Military Review, 2001. 1. sz.

Reinhard Marek: Ejtőernyős páncélelhárító zászlóalj. Truppenpraxis, 1992. évi 6. sz.

Richard E. Simpkin: An Airmechanized Force for the 90's. Armor, July-August, 1981.

Roger Edwards: German Airborne Troops 1936-1945. Garden City, Doubleday, 1974.

Sándor Tamás: A Stryker dandár harccsoport: a gyorsan bevethető ütőképes haderő lehetőségei. Regiment, I. évf. 2005. 1. sz.

Turcsányi Károly - Hegedűs Ernő: A légideszant: 1. kötet: Elméletek, eljárások és a légi gépesítés a kezdetektől 1945-ig. Pudedlo Kiadó, Debrecen, 2007, 215 p.

Turcsányi Károly - Hegedűs Ernő: A légideszant: 2. kötet: Ejtőernyős-, helikopteres- és repülőgépes deszantok a modernkori hadviselésben: 1945-2010. Pudedlo Kiadó, Debrecen, 2011.

Wofgang Mettler: The German Airborne Antitank Battalion and the Wiesel Armored Weapon Carrier. Infantri, 1995. 1.

Wright, R. K. – Greenwood, J. T.: Airborne Forces at War. Naval Institute Press, Annapolis, 2007.

Yves Debay – James Hill: Airborne Elite (2) Nato's Northern Flank Concord publications, 1995.

Lukács László<sup>1</sup> - Szalay András<sup>2</sup>

## ROBBANTÁSTECHNIKA A HAZAI KATONAI SZAKFOLYÓIRATOKBAN 1945–1990

### II. RÉSZ

Robbantásos fémmegmunkálás

Topics of blasting techniques in the national military  
journals 1945-1990

2<sup>nd</sup> part – Metal forming by explosives

<https://doi.org/10.30583/2020.4.194>

#### **Absztrakt**

A tanulmány a hazai katonai robbantástechnika fejlődésének 1945 és 1990 közötti korszakába nyújt betekintést, a vizsgált időszak szakfolyóirataiban a robbantásos fémmegmunkálás témakörével foglalkozó cikkek, tanulmányok rövid áttekintésével. A robbantásos hegesztés, portömörítés és fémalakítás új technikái, technológiái az 1950-es évektől kezdődően hatalmas fejlődést eredményeztek, többek között a nagysebességű repülésben és a rakétatechnikában, valamint a villamos-, a gép- és a vegyiparban. A tanulmány végén a terület mai helyzete is bemutatásra kerül.

**Kulcsszavak:** robbantásos fémalakítás, plattírozás, robbantásos portömörítés

#### **Abstract**

*This study is an insight into the development of domestic military blasting techniques between 1945 and 1990. This assessment is based on*

---

<sup>1</sup> Prof. Dr. Lukács László ny. mk. alezredes, CSc hadtudomány kandidátusa, nyugalmazott tanszékvezető egyetemi tanár, E-mail: [lukacs.laszlo@uni-nke.hu](mailto:lukacs.laszlo@uni-nke.hu)  
orcid.org/0000-0001-8569-5013

<sup>2</sup> Szalay András okleveles villamosmérnök, az S-Metalltech 98 Anyagtechnológiai Kutató-fejlesztő Kft. ügyvezetője, orcid.org/0000-0001-6611-8368

*the review of articles and essays about metal forming by explosives published during that period in special periodicals. From the 1950s, new techniques and technologies of welding, metal forming and dust compression using blasting initiated a huge advancement in several fields, including high speed aviation, rocket technologies, electrical-, mechanical- and chemical industries. At the end of the article, current situation is also shown.*

**Keywords:** explosive metal forming, explosive welding (cladding), explosive compaction of powders

## Bevezetés

A Katonai Logisztika 2020. évi 3. számában megjelent cikkben<sup>3</sup> a hazai katonai szakfolyóiratokban 1945–1990 közötti időszakban megjelent, robbanóanyagokról és azok iniciálásáról (indításáról) szóló cikkek között tallóztunk. Jelen írás a cikksorozat második részeként az ugyanebben az időszakban megjelent, robbanóanyagokkal végrehajtható fémmegmunkálási eljárásokról szóló publikációkat mutatja be.

A kutatás elsősorban az időszak katonai folyóirataiban közölt írásokra irányult, de – a téma speciális jellegénél fogva – az időszak civil sajtótermékeiben (nem egyszer katonaszerző tollából) megjelent közleményekre is kitér.<sup>4</sup> A tanulmány végén az adott kérdés mai helyzetéről is közlünk információkat.

## A robbantásos fémalakítás elméleti alapjai<sup>5</sup>

A robbantástechnika, bár látszólag egy szűk területet jelent a műszaki tudományokon belül, mégis tovább bontható olyan szakterületekre, melyek mindegyike más és más felkészültséget igényel. Ha csak a bányászati robbantásokat nézzük, élesen különbözik egymástól a külszíni, és a földalatti bányaművelés. Teljesen külön szakterületet képvisel az építmények robbantásos bontása, a víz alatti robbantási

---

<sup>3</sup> Lukács László: Robbantástechnika a hazai katonai szakfolyóiratokban 1945–1990. I. rész - Robbanóanyagok és iniciálásuk.

<sup>4</sup> A feldolgozott cikkek megtalálhatók az Arcanum Digitális Tudománytárban; <https://adtplus.arcanum.hu/hu/>

<sup>5</sup> Bővebben lásd [48. pp. 225–238.] és [41. pp. 163–205.].

munkák vagy a jégrobbantás. A geofizikai kutatások során éppúgy végeznek robbantásokat, mint pl. a kohászatban. Végezetül pedig létezik az ipari robbantástechnikának egy igen speciális, szűk területe: ez a robbantásos fémalakítás és -megmunkálás.

A szilárd testek mechanikájában feltételezzük, hogy a test egy tetszőleges pontjában ható erő egyidejűleg hozza mozgásba az adott térfogatú test minden elemét, és az erővel arányos gyorsulást eredményez. Másik oldalról, a rugalmasságtanban megengedett, hogy a külső erők és a szilárd testben keletkező belső feszültségek között egyensúlyi állapot alakuljon ki. A nagy sebességgel végbemenő folyamatban a lejátszódó jelenségek a testben létrejövő lökeshullámon keresztül jellemezhetőek.

A robbanás során létrejövő hatalmas nyomás csak néhány mikroszekundumig hat. A detonációsebességgel tovaterjedő (rövid idejű) nyomásimpulzus hatására a fémfelületen kialakuló feszültségek a sebesség nagyságától függően különböző módon terjedhetnek a céltárgy belseje felé.

Ha a detonációsebesség nem éri el a hangsebességet, akkor a felületen képlékeny alakváltozás jön létre, mely elnyeli a robbanás során a fémmel közölt energia egy részét. Ez a képlékeny alakváltozás csak bizonyos mélységig terjed a fém belseje felé, mértéke a detonációs termékek közvetlen hatásának helyétől távolodva gyorsan csökken. A detonáció során keletkező gázhalmazállapotú termékek nyomásának következtében kialakuló húzófeszültségek hulláma ebben az esetben viszonylag kis amplitúdójú, és rendszerint nem okozza sem a fém, sem a kialakuló kötés sérülését. Ezt használják ki a robbantásos fémalakítás és plattírozás (hegesztés) során. E műveletek folyamán igen lényeges még a fémfelületről visszaverődő, valamint a különböző közegek fázishatárán áthaladó feszültség-hullámok hatása, továbbá a hullámok találkozási effektusa is. A test szabad felületével párhuzamos frontú sík lökeshullám azonos amplitúdójú síkhullám formájában verődik vissza, de ellenétes feszültségű előjellel. A nyomóhullám ugyanakkor húzóhullám alakjában verődik vissza.<sup>6</sup>

A fémlemezok robbantásos alakítása a kor technológiai vívmányának tűnik, de egyes források arról tudósítanak, hogy több mint egy

---

<sup>6</sup> A robbanási energia fémszerkezetekre gyakorolt alakító hatását részletesen tárgyalja [57].

évszázaddal ezelőtt már ismerték és alkalmazták a robbanás erejét fémek megmunkálására.

Állítólag 1878-ban, Manchesterben, bizonyos Daniel Adamson robbantással formált nagyszilárdságú kazánlemezeket. Később Kentben, Claude Johnson formázott robbantással nehezen megmunkálható fémeket. Ugyanezen forrás szerint ennek eredményeként jegyezték be Angliában az első robbantásos fémalakítási szabadalmat 1889. szeptember 23-án, fémcső robbantásos tágitása kerékpárváz gyártásakor témában (British Patent no. 21840). 1909. november 9-én az USA-ban jegyeztettek be szabadalmat síklemezek robbantásos alakításával kapcsolatban (US Patent no. 939,702).

Johnson találmányát az 1950-es évek elején adaptálta a Moore Company of America, és nagyméretű ventilátortárcsákat kezdett robbantással előállítani, ezzel 15%-os költségcsökkentést érve el a hagyományos, mechanikus gyártáshoz képest. [80. p. 3.]

A korai próbálkozások után a fenti törvényszerűségeket felismerve az 1930-as években gyorsultak fel a kísérletek a robbanóanyagok alkalmazására, különböző fémalakítási eljárások során. Ezek eredményeként a robbanóanyag robbanása során keletkező energia az 1950-es évek elején már ipari méretekben került felhasználásra lemezek és csövek alakítására.

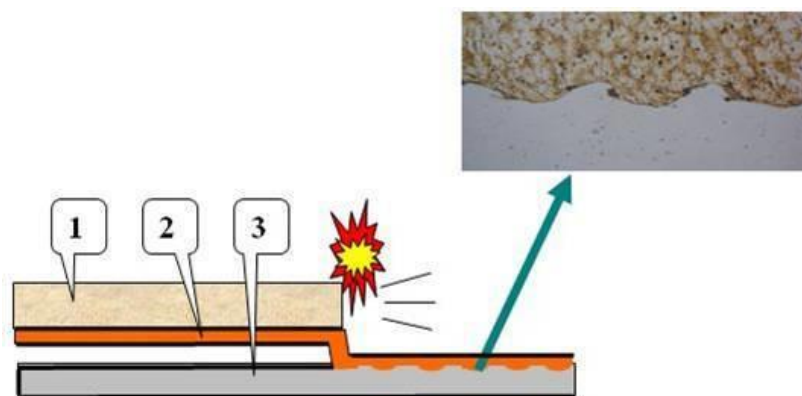
Alapvetően három fő területen találkozhatunk a robbantásos fémalakítással, fémmegmunkálással:

- fémlemezek plattírozása, hegesztése során;
- fémlemezek és fémcsövek képlékeny alakításakor;
- fém- és kerámiaporok tömörítésekor.

### ***Robbantásos plattírozás***

A robbantásos plattírozás olyan, fémek kötésére alkalmazható eljárás, amellyel a legkülönbébb paraméterekkel rendelkező fémlemezek, illetve -rudak és -csövek egymással szemben fekvő felületei között folyamatos, fémes kötés hozható létre.

Külön kiemelendő, hogy az eljárás során olyan fémeknél is létrehozható kötés, melyeknél más, pl. hideg- vagy megleghengerlési, -sajtolási módszerekkel ez nem valósítható meg (pl. alumínium-acél, alumínium-titán, alumínium-réz stb.).



1. számú ábra. A robbantásos plattírozás elvi vázlat<sup>7</sup>  
1 – robbanóanyag; 2 – repülőlemez; 3 – alaplemez



2. számú ábra. Robbantással készített többrétegű munkadarabok<sup>8</sup>

### **Fémlemezek és fémcsövek képlékeny alakítása**

Az eljárás során az elkészített mintába (szerszámba) préselik bele robbantással a fémlemezt, illetve -csövet, mely ezáltal felveszi annak a formáját. A robbanási lökéshullám energiáját általában víz segítségével juttatják az alakítandó felületre. Mivel csak a formát kell elkészíteni, továbbá egy medencére és minimális robbanóanyagra van szükség, a módszer különösen gazdaságosan alkalmazható nagyméretű, ugyanakkor kis darabszámban szükséges munkadarabok, pl.

<sup>7</sup> Forrás: S-Metalltech Kft.

<sup>8</sup> Forrás: S-Metalltech Kft.

tartályfenekek elkészítésekor. A 3. számú ábrán hőcserélőbe készített, robbantással kialakított alkatrész és egy autóiparban használható bütykös tengely (középen) látható.



3. számú ábra. Fémcső alakítása robbantással<sup>9</sup>

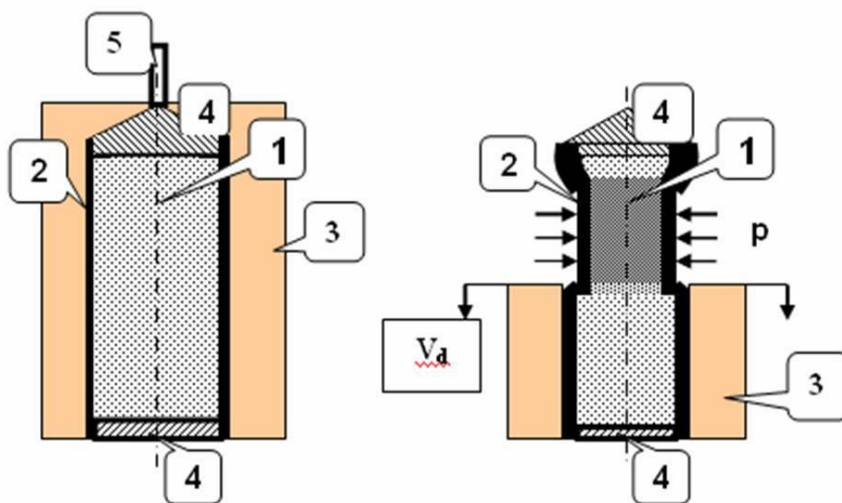
### ***Fém- és kerámiaporok tömörítése***

Speciális anyagok előállításakor, pl. szupravezető-gyártásnál került előtérbe a fém- és kerámiaporok robbantásos tömörítésének lehetősége (4. számú ábra). Az eljárás lényege, hogy egy plasztikusan alakítható fémcsőbe (tartályba) helyezik a kívánt fajtájú kerámia- vagy fémport. A csövet kívülről por alakú robbanóanyaggal veszik körbe oly módon, hogy a kívánt robbanóanyag-vastagságnak megfelelő belső átmérőjű csövet helyeznek a munkadarab köré (ez lehet pl. prespán vagy egyéb műanyag, hiszen a folyamat szempontjából nincs jelentősége, viszont nem célszerű, hogy a robbanáskor komolyabb repeszhatás alakuljon ki miatta). Ezt a robbanóanyagot egy időben iniciálva a teljes hengerpalást területén (pl. egy körbetekert robbanózsínórral), a kialakuló „húzógyűrű” beszűkíti a tartályt, összepréselve (tömörítve) a benne lévő port. Az így kialakuló új anyag szilárdságára jellemző, hogy esztergálható, húzható.

---

<sup>9</sup> Forrás: S-Metalltech Kft.





4. számú ábra. A kerámiapor robbantásos tömörítésének elvi vázlata<sup>10</sup>

1 – tömörítendő por; 2 – fémcső (tartály); 3 – robbanóanyag; 4 – végzáró; 5 – gyutacs;  $V_d$  – a robbantással kialakított „húzógyűrű” haladási sebessége

## A robbantásos fémmegmunkálás fejlődése a II. világháború után

A robbantásos fémmegmunkálással kapcsolatos újabb kutatások a II. világháborút követően kezdődtek el a világ számos országában, amikor a technikai fejlődés új igényeket állított a szakemberek elé. A repülőgép- és hajógyártás egyes munkadarabjainak, valamint az egyéb területeken jelentkező, pl. nagyméretű tartályok gyors és nagy-pontosságú, lehetőleg egy munkafázisban történő előállítására a korábbi fémmegmunkálási eljárásokkal egyre kevésbé volt sikeresen végrehajtható. Nem elhanyagolható szempontként kellett figyelembe venni a gyártás gazdaságosságát sem, mely egyre újabb lehetőségek, módszerek keresését követelte meg az üzemektől és a kutatóintézetektől. Ez azt jelentette, hogy minél kevesebb részegységből, minél kevesebb hegesztési munkával és az ezt követő, elengedhetetlenül szükséges felület megmunkálási feladattal sikerült egy adott formát elkészíteni, az annál kevesebb időt és élő munkát követelt, ez által pedig annál olcsóbban volt előállítható.

<sup>10</sup> Forrás: S-Metalltech Kft.

A repülő- és járműiparban előtérbe került az ideális felület és forma kialakítási igénye is, mely révén csökkenthető a légellenállás, így gazdaságosabban üzemeltethető a jármű. Könnyen belátható, hogy ehhez is a lehető legkevesebb részegységből célszerű kialakítani a munkadarabot.

A vegyipar egyre nagyobb méretű, akár több méter átmérőjű tartályokat igényelt, melyek kialakításánál megint csak nem volt célszerű, pl. a tartályfenekek több cikkből, hegesztéssel történő előállítás, a fent jelölt hosszú és gazdaságtalan utómunkálatokkal.

A megoldást természetesen a fémlemezok préseléssel történő kialakítása jelentette volna (mélyhúzási technológia), csak hogy ilyen méretek és az alapanyagként a piacon megjelenő új nagyszilárdságú fémek tulajdonságai miatt az abban az időben rendelkezésre álló berendezések alkalmatlannak bizonyultak erre a feladatra. Az 50-es években megjelenő új 150–200 kg/mm<sup>2</sup> szilárdságú rozsdamentes acélok, nem is beszélve a króm-acélokról és a titán ötvözetekről, a sok jó mellett rendelkeztek azon kellemetlen tulajdonsággal is, hogy a korábban alkalmazott módszerekkel nem, vagy csak nehezen voltak megmunkálhatóak. Az új ötvözetek egy részénél a hagyományos, melegmegmunkálás során káros, az anyagminőséget rontó változások következtek be az anyag szerkezetében, így csak a normál hőmérsékleten történő megmunkálás jöhetett szóba. De hogy lehet hideg körülmények között plasztikus, nagy pontosságú alakváltoztatásra kényszeríteni egy egyébként is nagy szilárdsági mutatókkal rendelkező fémeket?

Az orosz **Pihtovnyikov és Zavjalova** az **1964-ben** megjelent könyvükben szembesítettek azzal a problémával, melyet a nagyszilárdságú fémlemez présgépben történő képlékeny alakítása jelent [55. p. 7.]. Azt írták, hogy nincs olyan berendezés, mely lehetővé tenné olyan hatalmas nyomás létrehozását, mely a lemez teljes vastagságában biztosítaná a plasztikus zóna létrehozását.

Példaként említik, hogy akár csak néhány milliméter vastagságú, nagyszilárdságú lemez fenti követelmények szerinti préseléses megmunkálásához is hatalmas méretű gyártóberendezésre lenne szükség: egy 2,5x2,5 m-es, 120 kg/mm<sup>2</sup> szilárdságú acéllemez 50 000 t nyomóerővel rendelkező présgéppel lehetne megmunkálni, mely mintegy 15 000 t önsúllyal rendelkezne. Egy ilyen hatalmas berendezés előállítás, üzemeltetése és üzemeltetése viszont hatalmas anyagi és munkaerő-ráfordítást igényelne.

A jelzett problémák megoldása érdekében folytatott vizsgálatok során megállapítást nyert az is, hogy az ipari igényeknek vannak olyan sajátos területei, pl. a repülőgép- vagy a hajógyártás [76], ahol viszonylag kis darabszámú, viszont nagyméretű, egy darabból préselt alkatrész elkészítésére van igény. Ezekhez viszont nem lehetett gazdaságos présgépes technológiát rendelni, így más utat kellett találni.

**1948–1949-ben** a Harkovi Repüléstudományi Intézet hajtott végre kísérleteket ilyen jellegű alkatrészek robbantással történő kialakítására [55. p. 9.]. Kezdetben a présgépeknél alkalmazott formákat használták fel arra, hogy a lemezeket a kívánt formára alakítsák brizáns robbanóanyagok alkalmazásával. Közvetítő közegként először a levegőt, majd később vizet alkalmaztak. A módszer nagy előnyének tűnt a présgépes alakításához képest annak olcsósága és rugalmassága (akár beton vagy műgyanta formába robbantva, különösebb technikai feltételek nélkül, kis szériában is gazdaságosan gyárthatók voltak nagypontosságú, megfelelő felületi simaságú, viszonylag bonyolult alkatrészek).

Ugyanakkor a kutatók vizsgálták azt is, hogy a nagyszilárdságú, hideg fémlemezre ható extrém rövid időtartamú, nagyon magas robbanási nyomás hogyan hat a fémre: nem csökkennek-e ennek hatására a fém plasztikus tulajdonságai, egyáltalán nem megy-e tönkre maga a robbantandó lemez, nem változik-e meg a fém kristályszerkezete, nem keletkeznek-e benne káros mikró repedések.

A nemzetközi ipari és tudományos intézetek széleskörű kutatásokat végeztek e kérdések tisztázására. Az **Amerikai Egyesült Államokban 1956-tól** kezdődő kutatások végkövetkeztetése szerint a robbanási energia különösen hatékonyak bizonyult a nagyszilárdságú, de még a kis plaszticitással rendelkező fémek alakítására is. A robbanási nyomás hatására a fémlemez egyenletesen deformálódva, a présgépes alakításakor a sarkoknál időnként előforduló törések nélkül felvette a forma alakját, felületi minősége (simasága) pedig a forma felületi minőségét. [27] [28]

A robbantásos fémalakítással kapcsolatos fejlesztésekbe sorban kapcsolódtak be **más államok kutatói** is, pl. Angliában [7] [8] [9], Csehszlovákiában [6] [63], Dániában [4] [17], Franciaországban [56], Japánban [68], Lengyelországban [37] [49], a Német Demokratikus Köztársaságban [26] [51], a Német Szövetségi Köztársaságban [58] [60], Svédországban [18] [22] és a Szovjetunióban [30] [36].

## A robbantásos fémmegmunkálással kapcsolatos hazai szakcikkek

**1961-ben** a *Műszaki Élet* folyóiratban jelent meg egy interjú **Gillemot László** professzorral, a Képlékeny alakítás technológiája címmel. Ebben a fémlemezekből robbantással előállítható nagyméretű munkadarabok gyártástechnológiájának előnyeiről (nem kell nagyméretű sajtoló berendezés, rideg fémek alakítására is alkalmas) és hátrányairól (nagymennyiségű sorozatgyártásra nem alkalmas) beszélt a tudós. [21]

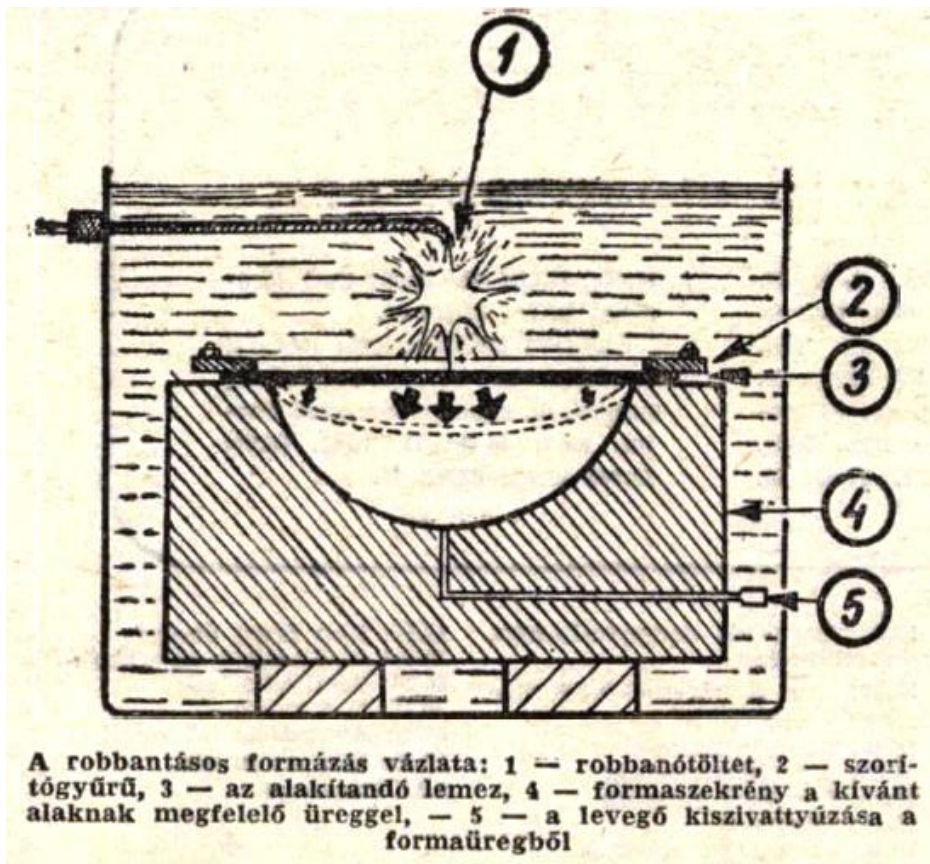
Ugyanebben az időszakban, **Ligeti György** tollából jelent meg különböző folyóiratokban három cikk a robbantásos fémalakításról. **1961-ben** a *Repülés* című lapban közölt munkájában a robbantásos fémalakításnak a repülőgép-gyártástechnológiában történő alkalmazhatóságáról írt. Érdekes az amerikai Ryan Aeronautical Co. kísérleti tapasztalatának bemutatása, melyet a DC-8-as repülőgép orrkúpjának robbantással történő kialakításakor szereztek. A hagyományos eljárás 131 dolláros költségével szemben a robbantásos módszer csak 15 dollárba került, és a sajtolószerszám előállítási ideje is kedvezőbb volt: a korábbi 12 nap helyett csak 16 óra. A cikk végén arra is kitér, hogy „a repülés- és rakétatechnika fejlődése nagy szilárdságú, hőálló ötvözetek felhasználását követeli meg. Nem ritkaság ma már a titánötvözet vagy a berillium sem. Az említett fémek és ötvözeik mélyhúzással nem alakíthatók, kovácsolásuk igen gyakran úgynevezett meleg repedéseket okoz, forgácsolással történő megmunkálásuk pedig két ok miatt nem jöhet számításba: egyrészt a nagy szilárdságú anyagok megmunkálásánál a szerszámok hamar tönkremennek, másrészt a forgácsoló eljárással nincs mindig lehetőség a kívánt alak létrehozására. A repülő- és rakétagyártás további fejlődése szempontjából [...] létfontosságú a robbantásos fémalakítás bevezetése.” A cikkben fényképekkel is szemléltette az eljárást és annak végtermékét. [40]

Ugyancsak **1961-ben**, a *Lobogóban*<sup>11</sup> közölt írást **Ligeti** a témában, egy érdekes bevezetővel. „A második világháborúban figyelték meg, hogy az aknasérült hajók burkolólemezei – melyek más, hagyományos módszerrel igen nehezen formálhatók – az aknarobbanás következtében egészen különleges alakban deformálódtak. Az ötvenes évek során a rakétatechnika különleges követelményei ismét felhívták a figyelmet a robbanóanyagok használhatóságára a haditechnikai gyártás-

---

<sup>11</sup> A Magyar Honvédelmi Sportszövetség 1959–1979 között megjelent hetilapja.

ban.” Ezt követően a következő ábrán szemléltette a robbantásos lemezformázás módszerét. [38. p.4.]



5. számú ábra. A robbantásos formázás vázlatja [38. p. 4.]

A robbanási nyomáshullámok 5–8 ezer m/s sebességgel terjednek a vízben, és a kívánt formára préselik a munkadarabot. Újdonságként említi, hogy a korábbi dinamit- vagy troiltöltetek helyett a nitropenta töltetű Cordtex robbanózsín<sup>12</sup> alkalmazása kezdett elterjedni, mely pontosan adagolható volt, vízálló töltékként tökéletesen megfelelt erre a célra.

**Ligeti** harmadik, a témába vágó cikke **1962-ben** a *Műszaki Életben* jelent meg. Ebben a robbanóanyagok két újabb felhasználási lehetőségéről is ír. Az egyik a robbantásos portömörítés, ahol pl. kobalt-, titán- és grafitkeverékeket tömörítettek robbantással. A másik a robbantásos hegesztés (plattírozás), ahol „a munkadarabok összehege-

<sup>12</sup> Az amerikai Orica Inc. kétféle töltetmeggel gyártja a robbanózsínort. A Cordtex 18 – 5,3 g/fm, a Cordtex XTL – 10,0 g/fm robbanóanyagot tartalmaz.

dése a nagysebességű nyomáshullám következtében igen rövid időre kialakuló képlékeny anyagállapot eredményeként jön létre”. [39. p. 5.] Érdekes, hogy kétféle, külföldön elterjedt módszerről ír. Az egyik a ma is alkalmazotthoz hasonló Davenport módszer, ahol az alaplemezre egy ún. „repülő lemezt” robbantanak rá. A Pearson módszernél mindkét lemezre helyeztek robbanóanyagot (lásd a 6. sz. ábrát). Az írás szerint, eredményesen alkalmazták a robbantásos plattírozást acél-alumínium, cink-alumínium és nikkel-titán bimetálok létrehozására.



6. számú ábra. Robbantásos hegesztés [39. p. 5.]

**1965-ben** találkozunk először katonai folyóiratban fémalakító robbantással foglalkozó cikkel. **Nagy Lajos mk. alezredes** a *Honvédségi Szemlében* jelentetett meg egy tanulmányt a témában. A korábbi szakcikkekhez képest újdonság az anyagban, hogy a technológia jobb megértése céljából először bemutatja a hagyományos mélyhúzásos módszer lényegét, mintegy szembeállítva az új eljárással. A bevezetésben egy technika-történeti érdekességről is említést tesz: „az ötvenes években egy svéd robbanóanyaggyár laboratóriumának kollektívája jubileumi ajándékként finoman cizellált tálát készített el. Az ezüsttál egy ismert műkincs hajszálpontos mása volt. [...] az eredeti tál gipszmintája alapján acélöntvényből elkészítették a tál pontos negatívját. Ezután a domborműre ezüstlemez helyeztek és az egészet vízzel telt medencébe süllyesztették, majd a vízben egy töltetet robbantottak fel. A keletkezett nyomás az ezüstlemez az acélöntvény mintájára rá-

sajtolta, és a nagy nyomás a dombormű legapróbb részleteit is átmá-solta a lemezre”. [53. p. 88.] A szerző megemlíti, hogy a robbantásos fémalakításhoz viszonylag kis mennyiségű tölteteket alkalmaznak, ezek az eddigi kísérletek során „115 g – 4,5 kg határok között mozog-tak”. [53. p. 90.] A végső konklúziója szerint: „A robbantásos fémalakít-ás nagy méretű, bonyolult, a közeljövőben kis sorozatszámokban ké-szülő munkadarabok megmunkálására alkalmas”. [53. p. 93.]

**Nagy Lajos, Bereczky István őrnaggyal** közösen jegyez egy ugyancsak **1965-ben**, az *Élet és Tudomány* folyóiratban megjelent cik-ket, ***Fémlemezek formálása robbantással*** címmel. A korábbiakhoz képest új információként jelenik meg, hogy „az új módon megmunkál-ható munkadaraboknak jóformán nincsen mérethatáruk. Készítenek 15–18 méteres átmérőjű, közvetlenül a talajon nyugvó alakító formákat is. Ezúttal maga a forma egyben a víztartály is. Ekkora munkadarabnak présgéppel való megmunkálása elképzelhetetlen”.

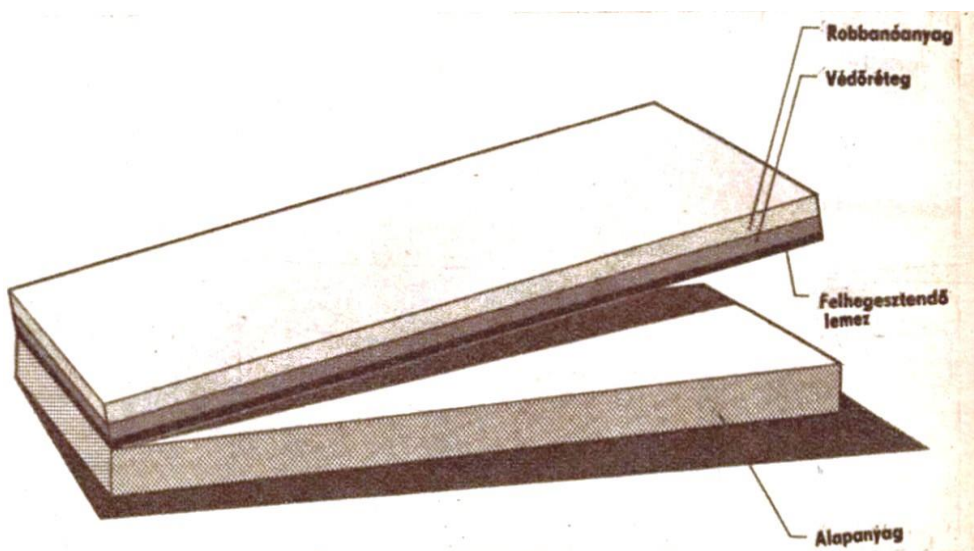
Ugyancsak a módszer előnyeként említik, hogy a „kialakítás után a fém visszarugózása (rugalmassága) szinte szóra sem érdemes értékre csökken, és a tőrés – az előírt értéktől való eltérés – csaknem minden esetben kisebb (pl. 0,02-0,05 mm), mint a hagyományos eljárásban. Robbantással titánalapú ötvözeteket is sikerült a lehető legcsekélyebb visszarugózással és a lemez elvékonyodása nélkül alakítani”. [54. p. 642.]

**1965-ben** a *Lobogó* folyóiratban megjelent ***Fémalakítás robban-tással*** c. cikk a korábban közöltekhez képest nem tartalmaz újdonsá-got. [31. p. 7.] Az ugyanebben az évben megjelenő *Univerzum*<sup>13</sup> vi-szont érdekes cikket közöl (szerző nélkül) ***Acél és titán összehegesz-tése*** címmel. E szerint az esseni Krupp Művekben kidolgoztak egy el-járást a két fém robbantással történő egyesítésére. A robbanás során keletkező, kb. 50 000 atmoszféra nyomás és 3000 °C hőmérséklet mellett a két fém tökéletesen összeheged az anyagszerkezet változat-lansága mellett. A két anyag közötti szakítószilárdság a kísérletek sze-rint 20–35 kg/mm<sup>2</sup> volt.

„A vállalat már megkezdte a robbantással plattírozott lemezek folya-matos gyártását, és egyéb, másként össze nem hegeszthető fémek robbantásos hegesztésével is kísérleteznek”. [3. p. 89.]

---

<sup>13</sup> A Kossuth Könyvkiadó havonta megjelent folyóirata 1957–1987 között.

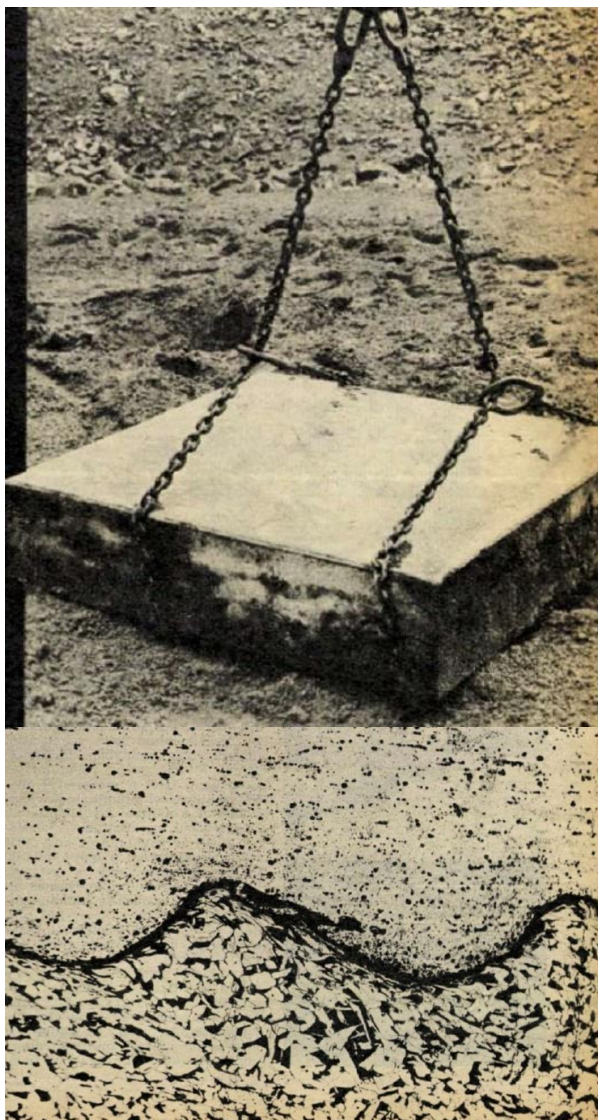


7. számú ábra. Acél- és titánlemezek robbantásos hegesztése  
[3. p. 89.]

Ugyancsak a robbantásos hegesztés a témája a *Delta*<sup>14</sup> c. folyóiratban **1971-ben** megjelent cikknek, melyben az amerikai Du Pont cég által kifejlesztett Kalomet-eljárás brit gyártásban történő alkalmazásáról olvashatunk. [25] Az Imperial Chemical Industries (ICI) a vegyi és petrokémiai iparban alkalmazható bimetálokat állított elő úgy, hogy olcsó (pl. rozsdamentes acél) alaplemezekre robbantott rá titán- vagy tantálcsoztó bevonatokat. Ez által a speciális, szélsőséges vegyi anyagoknak is ellenálló nyomásálló tartályok előállításának költsége a felére csökkent. A robbantással hegesztett fémlapokat csövek és egyéb vegyipari berendezések előállítása során is használták, mivel azok „tetszés szerint hegeszthetők, forgácsolhatók, fűrhatók és formázhatók a felhasználás célja szerint, miközben a kötés szilárdsága változatlan marad.” Példaként az acél-titán lemezt említi, melynek a „kísérletek szerinti szakítószilárdsága legalább 140 kg/cm<sup>2</sup>, de a lemez kétszer ekkora igénybevételnek is ellenállhat.” A cikk szerint „ezzel a módszerrel legfeljebb 1,5 mm vastag fémlapok „vasalhatók” rá az alaplemeze. Általában minél nagyobb a bevonásra váró felület, annál vékonyabb fémlapokat használhatnak bevonatként, s egyetlen robbantással kilenc négyzetméteres felületű lapok is összehegeszthetők”. [25. p. 29.] Az ICI telephelyén évente tízezer négyzetméter anyagot készítettek elő így ipari felhasználásra. A gyártási technológiát és a robbantás következtében a két anyag között létrejövő kötés mikroszkopikus felvételét is bemutatja a cikk.

<sup>14</sup> 1967 és 1987 között havonta megjelent tudományos-technikai folyóirat.



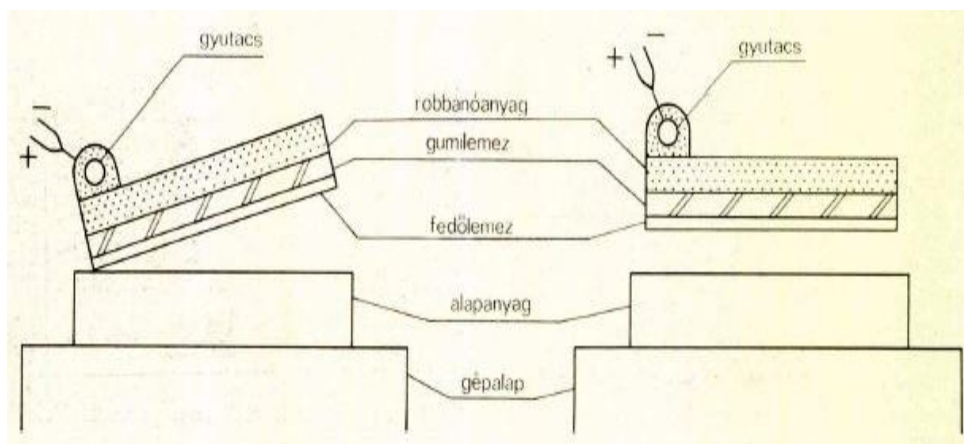


8. számú ábra. Robbantással hegesztett munkadarab és a kötés mikroszkopikus felvétele (a két „hullámhegy” közötti távolság a valóságban 0,07 mm) [25. p. 29.]

A *Haditechnika* 1972/2. számában jelent meg **Hatos Géza** tanulmánya **Újabb eredmények az alakítástechnikában** címmel. [23.] A cikk második felében olvashatunk az új nagysebességű alakítási módszerekről. Ezek közül a robbantásos fémalakítás kapcsán azt írja „Az utóbbi két évben különösen a víz alatti robbantásos technológia fejlődött nagyot [...] az eljárás már kilépett a laboratóriumi keretek közül, és egyes gyártó vállalatok újabban kereskedelmi jellegű alumínium, titán és rozsdamentes acél anyagú tartályok előállítására is

alkalmazzák. A legnagyobb így készült tartály külső átmérője 3700 mm, falvastagsága pedig 26 mm.” A gyártás biztonságossága érdekében az NSZK-ban Hertel és Ruppin egyetemi tanárok egy automata szelep beépítésével elérték, hogy a robbanás után 1 milliomod másodperccel a füstgázok és a víz egy része eltávozzon, ezáltal a berendezés már üzemi körülmények között is alkalmazhatóvá vált (egyébként csak szabad téren lehetett robbantani). „A módszer hasznosításával már terveztek egy olyan gépet, amelynek munkafelülete 250x350 mm (tehát ilyen méretű síklemezből lehet kiindulni az alakítás előtt), és mindössze 10 g-nyi robbanótöltettel 7,5 MN sajtolóerőt szolgáltat. A hírek szerint rövidesen forgalomba hoznak a gépjárműipar számára az előbb említett gép továbbfejlesztésével egy olyan típust, amely 250 g robbanótöltettel 0,2 GN sajtolóerőt fejt ki, és 2,5 m<sup>2</sup> kiinduló felületű lemezek alakítására lesz alkalmas. Ennek az új, biztonsági robbantásos sajtolásnak nagy lehetőségei vannak a gépjármű-, a repülőgép- és rakétaiparban, úgyszintén a tartálygyártásban és a finommechanikai iparban. Talán az új technológia katonai fontosságát nem kell különösebben hangsúlyozni.” [23. p. 52.]

A következőkben a robbantásos hegesztés (plattírozás) technológiájával kapcsolatban érdekes megoldásról ír a szerző. E szerint a felső (repülő) lemez és a munkavégző robbanóanyag rétege közé egy gumilemezt helyeznek (lásd a 9. sz. ábrát). „A szokásos körülmények között a lemezfelület minden négyzetméterére 5 kg robbanótöltetet kell számításba venni. A detonációs front sebessége nem haladja meg a 3000 m/s értéket. Az ábrán baloldalt bemutatott elrendezést rövid, kisebb felületű fedőlemezekhez, a jobboldalt vázolt megoldást pedig hosszú, nagy felületű fedőlemezekhez alkalmazzák.”



9. számú ábra. Robbantásos hegesztés elrendezési vázlata  
[23. p. 52. 8. ábra.]

Érdekességként említjük meg, hogy nem csak műszaki folyóiratokban, hanem „civil” napilapokban is foglalkoztak a nagysebességű fém-megmunkálás kérdésével. Így a *Hajdú Bihari Napló* **1975. június 28-i** számában olvasható egy cikk **Fémalakító eljárások** címmel. Ebben az elektromágneses, elektrohidraulikus és pneumomechanikus fémalakítási eljárás mellett összefoglalják a robbanóanyaggal végzett fémalakítás és plattírozás módszereit is. A fémlemezok robbantásos alakításánál arról tudósít, hogy „ezzel a módszerrel nagyméretű lemezalkatrészek alakítása végezhető el. A lemezvastagság elérheti a 6–10 millimétert, az átmérő pedig a 15–18 métert is. Ekkora munkadarabok présgéppel való megmunkálása elképzelhetetlen”. Végezetül megemlíti, hogy a „robbantásos technológiát alkalmazzák még csővégeknek csőfalba való besajtolására is.” [20. p. 4]

**1976-ban** a *Műszaki Élet* 13. számában, a robbanóanyag egy különleges felhasználásáról olvashatunk: a gyémántkészítésről. A nagynyomásos „robbantásos eljárás lényege, hogy a grafit vagy az amorf szén gyémánttá való átalakításához szükséges rendkívül nagy nyomásokat és hőmérsékleteket egy töltet felrobbantásával idézik elő. A kiinduló anyagot (ez grafit és fémpor keveréke, amelyet nagymértékben tömörítve, acélhengerben helyeznek el) néhány milliomod másodperc alatt több százezer atmoszféra nyomásnak tesznek ki és 1000 °C fölé hevítik. A robbanás hatására kisméretű gyémántkristályok (átmérőjük 100 angström) aggregátumai keletkeznek. E polikristályos gyémántszemcsék átmérője is 0,1 mm alatt van, és [...] elsősorban a csiszoló és polírozó iparban használják fel őket”. [1. p. 19] Tehát koronázási ékszereket nem tudunk sajnos robbantással előállítani, de az ipari gyémántok alkalmazása mára már széleskörűen elterjedt.

Az autóipar a robbantásos fémalakítás gyakorlati életben történő hasznosítása terén jelentkezett újdonsággal, ahogy erről a *Delta* **1977/2.** száma tudósít, **Autótengelyek gyártása robbantással** című közleményében. Az akkor széles körben használt IFA W 50 típusú tehergépkocsik hátsó tengelyét gyártotta a német ludwigsfeldei üzem ezzel az eljárással. A cikk szerint: „Az öntés, a hegesztés és a forgácsoló megmunkálás feleslegessé válása révén 30 perccel, az anyagfelhasználásban pedig 10 kilogrammal csökkentették egy-egy tengely gyártásának idejét és anyagszükségletét”. [5. p. 7.] A három szabadalommal is védett eljárásról eredetileg az Automobilmilwerke adott ki egy közleményt 1977-ben. [26]

Kevesebb figyelmet kapott, de legalább olyan jelentőségű, mint a fémalakítás és a hegesztés, a robbantásos portömörítés. **1978-ban** az

*Élet és Tudományban* jelent meg egy rövid közlemény a *Frankfurter Allgemeine Zeitung* alapján **A jövő anyagai: az üvegfémek** címmel. A cikk szerint „az üvegfémek nagyon szilárd, a korrózióknak és a sugárzásoknak ellenálló újszerű anyagok. Hagyományos eljárással nehezen ötvözhető, legalább három fémnek a teljes ötvözetei. Megdermedt, az üveghez hasonló – amorf, nem kristályos halmazállapotú olvadékok, innen a nevük”.

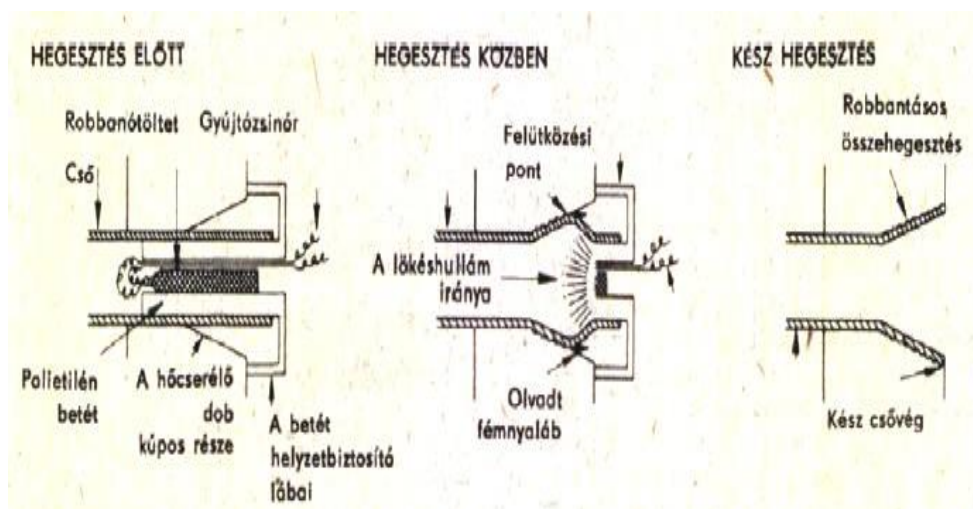
Az amerikai Lawrence Livermore Laboratóriumában kikísérletezett eljárás segítségével „legalább három fémnek a porából (pl. nikkelből, vasból és borból, illetve rézből, palládiumból és szilíciumból)” gyártottak robbantással különleges tulajdonságú homogén, tömör testeket. Az eljárás lényege, hogy az igen rövid idejű nagy nyomás alatt a részecskének nincs idejük arra, hogy elkülönüljenek és szabályos kristályos állapotba menjenek át.

Az eljárással korábban azért nem foglalkoztak, mert azt hitték: „a végtermék túlságosan rideg ahhoz, hogy ellent tudjon állni a robbanás nyomásának.” A kísérletek eredményeként kialakított eljárás során viszont a por teljes mértékben tömörödött, nem olvadt meg és nem roncsolódott. [2. p. 1373.]

Az **1980-as években** – érdekes módon – a *Népszabadságban* jelent meg két cikk a vizsgált témában.

A már idézett **Hatos Géza** az **1982. január 12-én** megjelent lapszám Tudomány és Technika rovatában közölt cikket **Robbantásos fémalakítás** címmel. A korábban már ismertetettekhez képest a robbantásos hegesztés kapcsán arról ír, hogy „ma kizárólag ezzel a módszerrel hegesztik össze például a katonai repülőgépek szárnyaihoz a titánötvözetű részeket az alumíniumötvözetűekkel. Ily módon nagy szilárdságnövekedést és anyagmegtakarítást érhetnek el a drága titánötvözetekből, s mindezt igen gyors technológiával”. Másik érdekesség a cikkben az angol Ympact-eljárás bemutatása, melyet hőcserélők 12,7...80,9 mm belső átmérőjű csővégeinek tökéletes, szivárgásmentes zárásához fejlesztettek ki”. A titánötvözetből készült cső és a rozsdamentes acél hőcserélő dob robbantásos kötéséről lásd a 10. sz. ábrát.

A cikk végén olvashatunk a robbantásos fémalakításban abban az időben kutató hazai intézményekről: a Gépipari Technológiai Intézetről, a Villamosipari Kutató Intézetéről és a Vasipari Kutató Intézetéről. [24. p. 10.]



10.számú ábra. Ympact-eljárás hőcserélők csöveinek zárására [24. p. 10. 2. ábra]

A *Népszabadság* másik cikkét **Szluka Emil** jegyezte az **1984. szeptember 13-i** számban ***Az anyagformálás új technikája*** címmel. A közlemény egy riport V. M. Kugyinov szovjet akadémikussal, az új fémipari technológiák kifejlesztésének kezdeményezőjével. A tudós elmondta, hogy a robbanóanyagok alkalmazásával történő újfajta anyag-előállítási és megmunkálási alapgondolat még a Lavrentyev akadémikus<sup>15</sup> által vezetett egyik novoszibirszki kutatóintézetben merült fel 1960-as években. A kutatás arra irányult, hogyan lehetne a robbanási energiát fémek gyors alakítására, népgazdasági méretekben hasznosítani. A tényleges kutatást azután Kijevben, a Paton akadémikusról elnevezett hegesztéstechnikai intézetben kezdték el. A kifejlesztett technológiákkal „ma már évente több ezer tonna bimetált állítanak elő és több millió alkatrészt hegesztenek robbantással” nyilatkozta Kugyinov. [75. p. 6.]

Bár nem cikkről van szó, de mindenképpen meg kell említeni az **1983-ban** megjelent ***Robbantástechnikai kézikönyvet***. A 2.6. A robbantásnak az anyagra kifejtett fizikai-kémiai hatásai tárgyú alfejezetében foglalkozik röviden a robbantásos portömörítés, felületkeményítés, hegesztés és alakítás kérdéseivel. [10. p. 54–57.]

<sup>15</sup> A szovjet tudós nevével még találkozni fogunk a cikksorozatnak egy későbbi, a robbanás irányított hatásával foglalkozó részében. Ő dolgozta ki a fémbélesek kumulatív töltetek hidrodinamikai elméletét, melyben a bélés anyagát összenyomhatatlan folyadékknak tekintette, ezáltal a hidrodinamikai törvények alapján végezhette el a méretezést.

## A robbantásos fémmegmunkálás hazai kutatási eredményei 1990 előtt

Mint arról fentebb írtunk, Hatos Géza 1982-es cikkében [24] három hazai intézményt említett érintettként a robbantásos fémmegmunkálás témájában: a Vasipari Kutató Intézetet, a Gépipari Technológiai Intézetet és a Villamosipari Kutató Intézetet.

A **Vasipari Kutató Intézetet (VKI) 1949-ben** alapították. Első vezetője **Gillemot László** professzor volt, aki a Műszaki Élet fent bemutatott, 1961-es cikkében nyilatkozott a robbantásos félalakításról is [21]. A VKI-ben ezzel kapcsolatban folyó tényleges kutatómunkáról nem állnak rendelkezésemre információk. Gillemot 1969-ben – Ziaja Györggyel társszerzőségben jegyzett – **Fémek képlékeny alakítása** című egyetemi jegyzetében<sup>16</sup> viszont foglalkozott a témával a **Robbantásos lemezalakítás** című fejezetben. A VKI – egyéb „kortársaihoz” hasonlóan – 1990 után bezárta kapuit.

A **Gépipari Technológiai Intézetet (GTI) 1951-ben** alapították a gépgyártás-technológiai kutatás-fejlesztés és a gépgyártás műszaki szervezésére szolgáló kutatóbázisként. A GTI **1965-ben** kezdett el **robbantásos alakítási technológiák** fejlesztésével foglalkozni **Czeglédi Istvánné (Galina)**, a Képlékenyalakítási Technológiák Kutatási Főosztály tudományos főmunkatársának vezetésével. [11–15] Arra is nagy hangsúlyt fektettek, hogy a kutatások ne csak elméleti területen folyjanak, hanem vizsgálják az eljárás gyakorlati hasznosságát az ipar számára és a kísérleti eredményeket rövid úton alkalmassá tegyék ipari bevezetésre. Kidolgozták a robbantásos lemezformázáshoz szükséges „matricák” (alakító szerszámok) tervezésének alapelveit, ezen belül a szakirodalomban addig nem ismert konstrukciós megoldású, több rétegből összeállított robbantó matricát. Ez a szerszámkonstrukció lehetővé tette:

- egy szerszámban különböző mélységű, azonos átmérőjű mélyhúzott darabok gyártását a szerszámot felépítő lapok számának változtatásával;
- azonos átmérőjű és mélységű, de különböző anyagvastagságú lemezek alakítását a „húzórádiuszt” magában foglaló réteg cseréjével;

---

<sup>16</sup> A BME Gépészmérnöki Karán kiadott jegyzet utánnomásaival is találkozhatunk az antikváriumokban (1977; 1987; 1991.).

- a robbantás során a matricában keletkező helyi meghibásodások megszüntetését egyes rétegek cseréjével.

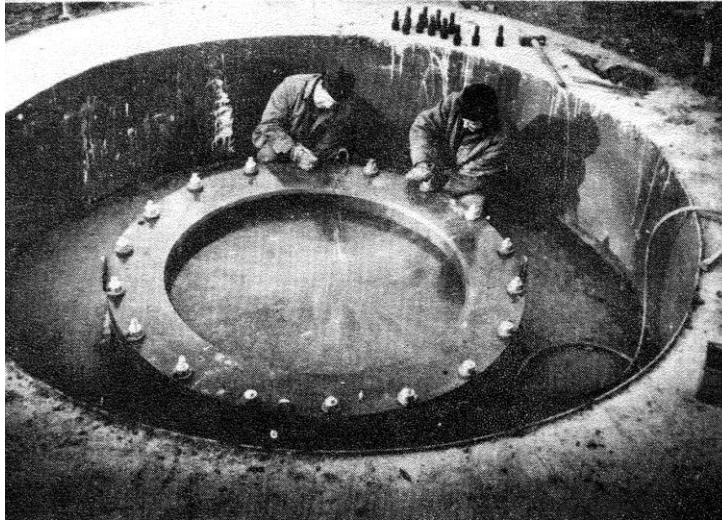
Az öntöttvas, gömbszövetes öntöttvas és kovácsolt tömbből készített matricák mellett készítettek és alkalmaztak vasbeton matricákat is. A tapasztalatok az bizonyították, hogy a vasbeton matrica bizonyos esetekben a robbantott termékek sorozatgyártására is alkalmas volt. Ez azt eredményezte, hogy azonos körülmények között a vasbeton matrica előállítási költsége lényegesen alacsonyabb volt, mint az acélból készülté, és a súlyarány is kedvezőbb volt: kb. 1:2,5. A vasbeton matricás technológiánál (a gyártandó munkadarabtól függően) a matrica munkadarabbal érintkező felületét műanyag réteggel vagy acélbetéttel látták el.

A robbantással előállított alkatrészek közül akkor Magyarországon tartályfenékekre volt a legnagyobb igény. Az Intézet kidolgozta az MSZ 1455 és MSZ 332 szabványok szerinti edényfenék-kialakítási technológiát az  $\varnothing 315 - \varnothing 1600$  mm mérettartományban. Ezek a gyártmányok az Állami Energetikai és Energia-biztonságtechnikai Felügyelet engedélye alapján nyomás alatti berendezésekbe is beépíthetőek voltak. Az Intézet peremartoni robbantótelepén két robbantómedencével ( $\varnothing 6$  m és  $\varnothing 2,5$  m), továbbá a technológiai folyamathoz szükséges létesítményekkel és felszerelésekkel rendelkezett. Képes volt ötvöztelen acél, korrózióálló acél, alumínium és plattírozott lemezből (ötvöztelen és korrózióálló acél kombinációban) készítenő tartályfenékek vállalati igényeknek megfelelő sorozatgyártásra. Az előállított alkatrészek méret- és alakhűek voltak, kiváló felületi minőséggel.

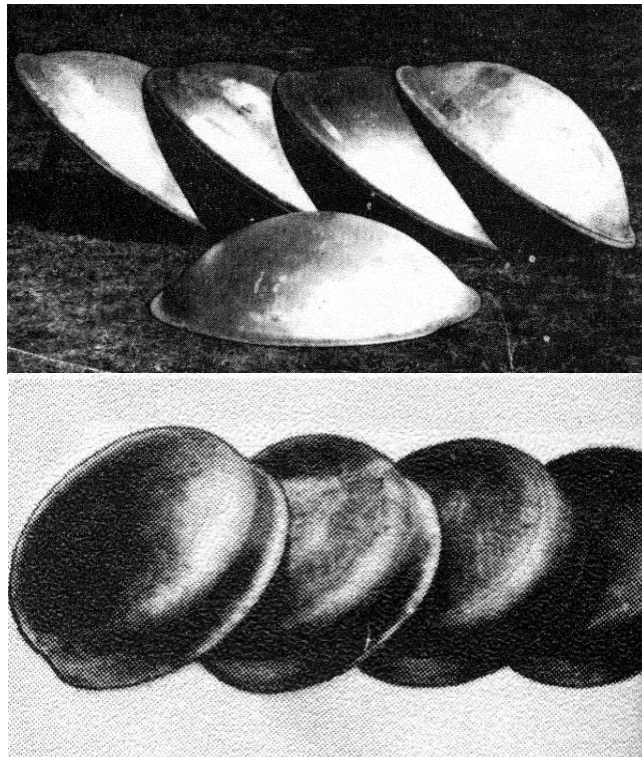


11. számú ábra. GTI tartályfenék robbantó matrica<sup>17</sup>

<sup>17</sup> GTI gyártmányismertető prospektusa.



12. számú ábra. GTI robbantó medence és a munkadarab előkészítése<sup>18</sup>



13. számú ábra. GTI robbantott tartályfenekek<sup>19</sup>

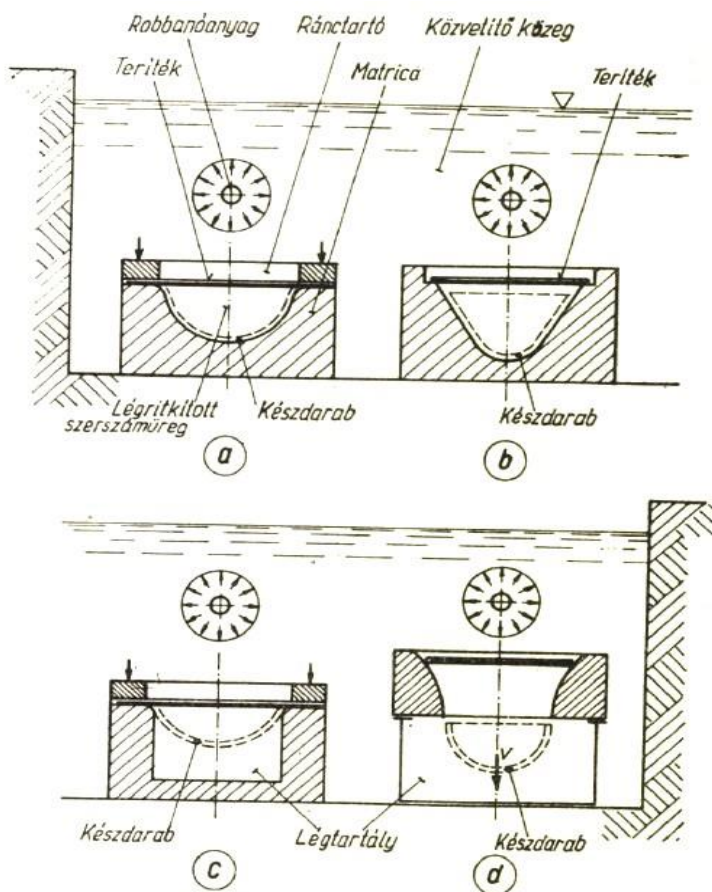
---

<sup>18</sup> Uo.

<sup>19</sup> Uo.



Ugyancsak az **1970-es és 1980-as években** foglalkozott a robbantós fémalakítás kérdéseivel **Susánszky Zoltán**, a **BME Közlekedésmérnöki Kar, Mechanika Tanszékének** oktatója. A *Haditechnikai Szemle* 1969. évi 3. számában megjelent **Az energiairányítás fémek robbantó alakításakor** című cikkében a robbanási lökéshullámok energiájával történő fémalakítás robbanásfizikájával foglalkozik. [64] A 14. számú ábrán a robbantó mélyhúzás lehetséges változatait mutatja be, úgymint: a – hagyományos sajtolószerszám matricájának és ránc tartójának felhasználásával; b – csak matricával; c – ránc tartós szabaddalakítással; d – átlövéssel végzett alakítás.

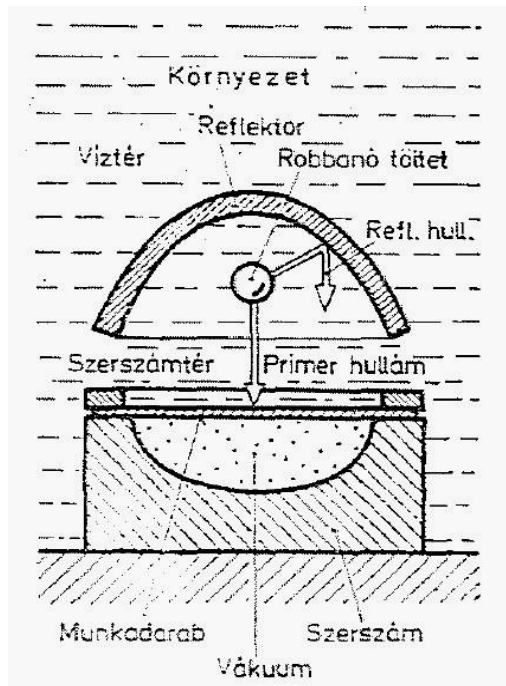


14. számú ábra. Robbantó mélyhúzás lehetséges változatai  
[64. p. 98. 1. ábra]

A *Természet Világa* 1971. évi 10. számában **Robbanóanyagok alakítják a fémeket** címmel közölt cikkében [66] a GTI-nél bemutatott fémalakítási eljárások gyakorlati alkalmazásának részleteiről, valamint a víz alatti lökéshullámokkal kapcsolatos egyetemi kutatásai (terjedési

formáik és nyomásváltozásuk) eredményeiről olvashatunk. A kísérletekhez a Mechanika Tanszéken kifejlesztésre került egy nagy érzékenységű piezoelektromos indikátor is, mellyel rögzíteni tudták a kialakuló nyomásprofilokat.

**Susánszky Zoltán** a *doktori értekezését* is ebből a témából védte meg **1973-ban** a Budapesti Műszaki Egyetemen **A robbantó mélyhúzás energiaközlési folyamatának műszeres vizsgálata** címmel. További kutatásai a **robbantó mélyhúzás alakító impulzusának reflektorok segítségével történő formálására** irányultak. Ennek okát a *Periodica Polytechnica, Transportation Engineering, 1983 (vol 11.)* kiadványban megjelent cikke előszavában így összegezte: „A robbanóanyagok energiáját fémalakításra felhasználó eljárások alapvető problémája a technológia alacsony mechanikai hatásfoka és a detonációs lökéshullámok környezetkárosító hatása. E kedvezőtlen jellemzők javítására az utóbbi években – néhány kutatóhely munkájának eredményeként is – egyre inkább elterjedt a detonációs alakító impulzus reflektorokkal történő irányítása. A megfelelő formájú és szilárdságú tükör egyrészt az eddig szétsugárzott energiahányadost is a munkadarabra irányítja, másrészt ezáltal a környezet dinamikus terhelését csökkenti.” [67. p. 61.] Az eljárás elvi vázlatát a 15. sz. ábrán látható.



15. számú ábra. Robbantásos fémalakítás reflektor alkalmazásával [67. p. 63. 2. ábra]

A bemutatott példák után azok alkalmazását a mai ipari gyakorlatban hiába keressük. A Gépipari Technológiai Intézet is felszámolásra került 1990 után.

A **Villamosipari Kutatói Intézetet (VKI) 1949-ben** alapították. A Ganz Villamossági Gyárból kivált Kutató és Kísérleti Osztályból először létrehozták a Villamosipari Központi Kutató Laboratóriumot (VKKL), amelyből később megalakult a VKI. Feladata az erősáramú gyártóipar fejlesztésével kapcsolatos legfontosabb kérdések tudományos kidolgozása és a megoldott feladatok gyakorlati megvalósításának elősegítése volt. Az intézet e feladatkörében távlati, elvi jellegű kutatásokat folytatott, közvetlen ipari érdekű alkalmazott, fejlesztő, adaptációs és reprodukáló kutatómunkát végzett, továbbá szükség szerint tervezési, kutatóintézeti szolgáltatási és kísérleti gyártó jellegű tevékenységet is ellátott; gondoskodott továbbá a kutatási eredmények ipari hasznosításáról. Az intézet ezen túlmenően feladatának tekintette más iparágak elektrotechnikai és elektronikai problémáinak a megoldását is. 1968-ban a VKI ipari kutatóintézeti státuszt kapott. Ettől kezdve az intézet kutatási kapacitásának már csak egy részét kötötték le a központi finanszírozású témák; a fennmaradó hányadot közvetlen ipari kutatási-fejlesztési megbízásokkal kellett feltölteni. [78. p. 3.]

A VKI-n belül működött egy **munkacsoport**, melyben **Szalay András**, **Puskás József** és **Bérczes Imre** a robbantástechnikai eljárások villamosipari alkalmazási lehetőségeinek kutatásával, fejlesztésével foglalkozott.<sup>20</sup>

**Az első terület az elektromos csatlakozóelemeknél felmerülő korróziós jelenségek** vizsgálata, megoldási lehetőségeinek megoldása volt. A szakirodalomból ismert, hogy bizonyos fémek, összeépítésük esetén, nedvesség hatására galvánelemként működnek, és közöttük korrózió léphet fel. Ez a kontaktkorrózió elkerülhető megfelelő anyagpáros választásával vagy (ha ez nem lehetséges) olyan konstrukciós kialakítással, amely esetében a két különböző fém közé nem kerülhet elektrolit. Ilyen lehetőség a plattírozott lemezek alkalmazása, melyek egymással kohéziós kapcsolatban vannak. A **robbantásos plattírozással** olyan anyagpárosítások is létrehozhatóak, melyek más technológiával (hideg- és meleghegyszerelés, préselés stb.) nem kivitelezhetőek (bővebben lásd az 1. sz. ábránál). A robbantott, plattírozott munkadarabnál olyan szilárd kötés jön létre, hogy azt tovább lehet hengerelni a kívánt vastagságra. A hagyományos (szakirodalmakban

---

<sup>20</sup> Összefoglaló tanulmányt lásd [19].

található) fémkombinációkhoz képest a VKI-ben új, kísérleti bimetálokat is létrehoztak: pl. acél/ezüst, sárgaréz, réz, alumínium; ezüst/réz, alpakka; alumínium/réz. [70. p. 173.] A robbanással létesített felületi kötés szilárdságát mutatta, hogy az ezüst-réz és az ezüst-alpakka, 22 mm vastagságú plattírozott tömbjeit 0,4 mm összvastagságú lemezekké hengerelték, majd ezekből 6x8 mm felületű érintkezőlapkákat (alátéteket) készítettek. A nemesfém-alapfém vastagságarány 1:10, illetve 1:9 volt, amely a hengerlés során gyakorlatilag nem változott.



16. számú ábra. Alumínium-réz plattírozott bimetál lemez és a belőle hengerlés után, sajtolással készült alátétek<sup>21</sup>

Az elektrotechnika igényeinek kielégítése céljából kezdtek el foglalkozni a VKI-ben a **robbantásos portömörítéssel**. Az első ilyen fejlesztésük eredményeként **nikkel (Ni) tartalmú ezüst (Ag) érintkezőanyagokat** készítettek ezzel a technológiával. Az egyébként csak porkohászati eljárással előállítható anyag berendezés- és anyagigénye nagyon költséges volt. „A porok sajtolását  $(0,5-8,0)10^8$  Pa fajlagos nyomással, 50–10.000 t-s préseken végzik, a hőkezelési műveletekhez nagy kapacitású, 500–2 000 °C hőmérséklet-tartományban működő védőgázos kemencéket alkalmaznak. E technológiák fajlagos villamosenergia-igénye kb. 2000 kWh/t.” [71. p. 182–183.] Tekintve, hogy abban az időben hazánkban az AgNi összetételű érintkezőanyagok éves felhasználása kb. 1000 kg volt, kidolgozták az erősáramú ipar számos területén alkalmazott Ag-Ni 10 érintkezőanyag előállításának sokkal olcsóbb, robbantásos portömörítéssel technológiáját. Egy művelettel 10–50 kg porkeveréket tudtak előállítani (90% ezüst és 10%

<sup>21</sup> Forrás: S-Metalltech Kft.

nikkelpor felhasználásával). Az így nyert homogén szerkezetű, mintegy 80 mm átmérőjű AgNi rúd átmérőjét hidraulikus présen végzett melegsajtolással 10 mm-re csökkentették, majd hagyományos huzal-redukáló soron nyerték el a kívánt, 1,5 mm átmérőjű, huzal formájú végterméket.

Az eljárást eredményesen alkalmazták **reaktorteknikai szigetelő átvezető** készítésénél is. A reaktoron belül elhelyezett mérőberendezéseknél felhasznált szerelvényekkel szemben támasztott komplex követelményrendszernek megfelelő fém-kerámia kompozíciójú szerelvény előállítása az alábbi követelményeket támasztotta: hőállóság (min. 350 °C), nyomásállóság (min. 125 bar), villamos szigetelőképeség (min. 2000 MΩ), gammasugárzás-állóság.

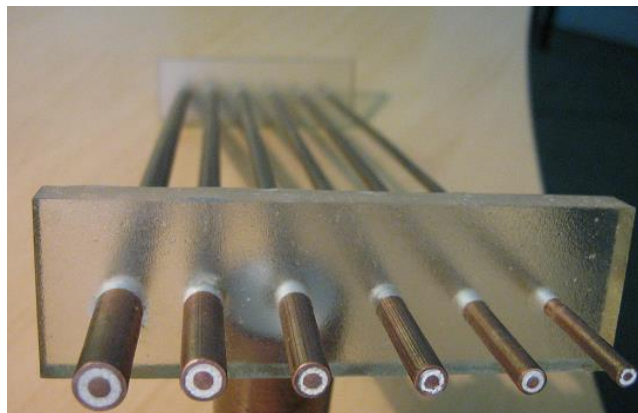


17. számú ábra. Reaktorteknikai szigetelő átvezető anyag gyártási folyamata<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> Forrás: S-Metalltech Kft.

A feladatot tengelyszimmetrikus robbantásos portömörítéssel végezték: a fémcsövet – ami a por alakú magnézium-oxid (MgO) tartályaként szolgált – robbanóanyaggal vették körül, és ennek iniciálásával 108–1011 Pa csúcsnyomású nyomáshullámot hoztak létre. Ez a nyomáshullám  $V_d$  detonációs sebességgel haladó „húzógyűrűként” mozogva a henger tengelyével párhuzamosan (lásd a 4. sz. ábrán), a hengeres tartály anyagát képlékenyen alakította és beszűkítette, ezáltal a benne levő port tömörítette. A végterméket, az AgNi rúdnál bemutatott módon kapták meg (18. sz. ábra).



18. számú ábra. A robbantott munkadarabból előállított végtermékek<sup>23</sup>

A **robbantásos fémalakításon** belül főleg a **csőalakítással** foglalkoztak. Hangtompító csőidomokat, csavarszivattyú-alkatrészeket, hőcserélő csöveket, sőt gépjármű bütykös tengelyt is készítettek csőből, robbantásos eljárással (lásd a 4. sz. ábrát).

Arról, hogy a kutató által kifejlesztett újdonságok miként hasznosultak abban az időben, a **Népszabadság 1980. január 1-i, A kutatóintézetektől a gyárákig. Miért hosszú az út?** című cikkében olvashatunk. [77. p. 8.] Ebben többek között **Lukács József**, a VKI igazgatója számolt be arról, hogy kidolgozták a meleg elektrodinamikus fémalakítás technológiáját arra gondolva, hogy „az iparvállalatok kapva kapnak rajta”. De nem így lett, pedig csaknem félszáz vállalat képviselőjének bemutatót is tartottak bizonyítva, hogy az alkalmazott kovácsolással és esztergálással szemben a másodperc tört része alatt kialakítható a robbanóanyag vagy az elektromágneses energia felhasználásával a kívánt bonyolult forma. „Az eljárás termelékeny és körülbelül 30 százalékos anyagmegtakarítást ad”. **Tamás Mihály** újságíró ezután számos

<sup>23</sup> Forrás: S-Metalltech Kft.

céget megkeresett ez ügyben az Egyesült Villamos Gépgyártól az Ikaruson keresztül az Ipari Szerelvény és Gépgyárig és a Magyar Vagon- és Gépgyárig. A kifogások különbözőek voltak, a végeredmény egy: nem kell.

A VKI **1994-ben** megszűnt, de szakembereit 12 gazdasági társaságba mentette tovább. Ennek egyike volt a bemutatott, robbantástechnikával foglalkozó szakemberek közül **Szalay András** és **Bérczes Imre** részvételével megalakított **Metalltech Kft.**

## **A hazai robbantásos fémmegmunkálás helyzete 1990 után**

A Metalltech Kft.-ből **1998-ban** alapították meg az **S-Metalltech 98 Kft.**-t. Az alapítás célja az volt, hogy a tagok villamosmérnöki, gépészmérnöki és robbanástechikai képzettségére alapozva összekötő láncszemet képezzen az egyetemek, kutatóintézmények és az ipar között. A jelenleg négy villamosmérnökkel és két technikussal dolgozó társaság egyrészt az egyetemek és iparvállalatok K+F műhelyeként működik, másrészt a villamosipar, autógyártás és reaktorteknika területén alkalmazott különleges anyagok gyártóbázisát alkotja hazai és külföldi kooperációs partnerek széles körével együttműködve. A társaság bevételei elsősorban a folyamatosan vizsgált anyag-, ill. alkatrészigények kielégítéséből, továbbá hazai és külföldi kutatási programok keretében végzett kutatási és fejlesztési munkákból származnak.

### **A cég fő tevékenységei:**

- Anyagtechnológiai kutatás-fejlesztés végzése és mintaanyagok készítése, elsősorban a HERF (High Energy Rate Forming) technológiákra, azaz a robbantásos plattírozásra és portömörítésre, valamint az elektromágneses fémalakításra és portömörítésre alapozva.
- Gyártástechnológiai kutatás-fejlesztés végzése a fenti technológiákra alapozva.
- Demonstrációs eszközök tervezése és gyártása oktatási és kutatási célokra.
- Technológiai oktatási és képzési tevékenységek, elsősorban a robbantásos és elektrodinamikus technológiák területén, a partner hazai és külföldi egyetemekkel együttműködve.

- Többrétegű fémanyagok gyártása saját know-how alapján. Példa: réz-alumínium és réz-acél bimetálok erősáramú villamos csatlakozószerelvényekhez, illetve acél-rézötvözet termo-bimetálok általános alkalmazásokra.<sup>24</sup>

A **honlapjukon** található több mint 110 publikációjuk átfogó képet nyújt szakmai tevékenységükről.<sup>25</sup>

Személyesen az 1980-as évek közepétől, még a VKI-ben végzett tevékenységük során voltam, vagyok kapcsolatban a Szalay András vezette kutató-fejlesztő csoporttal. A **Nemzetvédelmi Egyetem (ZMNE) Katonai Műszaki Tanszékén** már az S-Metalltech Kutató-fejlesztő Kft. égisze alatt kutattuk a fémalakító robbantás és a plattírozás katonai területen történő alkalmazhatóságát. **2002 júniusában a ZMNE** egy „Robbantásos fémalakítási, plattírozási és portömörítési eljárások kutatása, különös tekintettel a katonai robbantástechnikába történő adaptálás lehetőségeire” tárgyú **kutatás-fejlesztési megállapodást** is kötött a céggel. Az együttműködés során a **Bolyai János Katonai Műszaki Kar** dékánjának egyetértésével egy, az Egyetem ócsai bázisán felépítendő robbantókamra és anyagelőkészítő műhely építését és közös működtetését is tervbe vettük, de az intézmény átalakítása miatt ennek megvalósítására már nem kerülhetett sor. Az S-Metalltech Kft. egyébként megfelelő tudással és gyakorlattal rendelkezett e téren. Korábban még a VKI Istenhegyi úton lévő telephelyén létesítettek ilyen robbantókamrát, majd 2003-ban megtervezték és kialakították az Athéni Műszaki Egyetem HERF laboratóriumait.<sup>26</sup>

Az Óbudai Egyetem (ÓE) és a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem (majd jogutódként a Nemzeti Közzolgálati Egyetem) által elnyert **TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások** című **kétéves projekt** keretében (2012–2013) az általam szervezett és vezetett **Nagy energiasebességű alakítások – Robbantásos fémmegmunkálás** elnevezésű kiemelt kutatási területen (KKT) belüli kutatómunka személyi alapját is az S-Metalltech-ben dolgozó szakemberek alkották.

**A kutatás célkitűzéseiként az alábbiakat jelöltük meg:** Korunk villamosipara, az autógyártás, a reaktortechnika, az orvosi műszer- és eszközgyártás feladat-specifikus többkomponenses különleges anyagokat igényel. Az ilyen korszerű, előre meghatározott tulajdonságokkal

<sup>24</sup> <http://smet.hu/hu/nyitokep/> alapján (2020.11.24.)

<sup>25</sup> <http://smet.hu/hu/2019/12/11/891/> (2020.11.24.)

<sup>26</sup> <http://smet.hu/hu/2019/11/05/2003/> (2020. 11. 26.)



rendelkező társított anyagok készítésénél az anyagrészecskék egyesítését, kötését nagy sebességű, nagy energiájú lökéshullámok segítségével lehet megoldani. A projekten belül, a fent jelölt feladaton túl lépve, szélesebb körben kívántuk vizsgálni a robbantásos fémmegmunkálás/-alakítás polgári és katonai felhasználhatóságának területeit.

A külföldi konferenciákon, egyéb rendezvényeken egyrészt közzétettük elért kutatási eredményeinket, másrészt kapcsolatokat építünk a szakterület nemzetközi szakértőivel.

**A kétéves kutatás tervezett részfeladatai az alábbiak szerint valósultak meg:**

- Új technológia kidolgozása acélsodrony kötelek robbantásos kötésére ( $\emptyset 6$ ,  $\emptyset 8$ ,  $\emptyset 10$ ,  $\emptyset 12$  mm) – technológiai leírás; [47]
- Kiviteli tervdokumentáció elkészítése robbantástechnikai kutatófejlesztő laboratórium kialakítására;
- 2 db egyetemi oktatási anyag kidolgozása gépészmérnök-hallgatók számára: Nagy energiájú fémmegmunkálás-tantárgy megalkotása és az azonos című jegyzet [41] elkészítése;<sup>27</sup>
- „A robbantásos fémalakítás/-megmunkálás hazai és nemzetközi alkalmazásának kutatása az NKE Központi Könyvtár, Mueller Othmár robbantástechnikai külön-gyűjteményében” c. kutatási adatbázis DVD-n;
- Az NKE csatlakozási szerződést kötött a görög Mamalis professzor által – többek között robbantásos fémmegmunkálás és portömörítés témában – szervezett nemzetközi Scientific and Business Cooperation Agreement-hez. A Cluster alapító tagjai, résztvevői:
  - Georgia Institute of Technology, School of Materials Science and Engineering, Atlanta, Georgia, USA (Professor and Associate Chair Naresh Thadhani);
  - Nordmetall GmbH, Adorf, Germany (Prof. Dr.-ing, Dr.h.c. Lot-har W. Meyer, director);
  - Shock Wave and Condensed Matter Research Center, Kumamoto University, Japan (Professor Ichiro Akai, director);

---

<sup>27</sup> A tantárgy oktatásra került az ÓE BGBMK gépészmérnök-hallgatói részére a 2013/2014. tanév 2. félévében.

- Projekt Center for Nanotechnology and Advanced Engineering (PC-NAE), a joint initiative of the Greek National Center for Scientific Research „Demokritos” and Russian Research Center „Kurchatov Institute”, Athen, Görögország (Academician Prof. Dr.-ing, Dr.h.c. Prof.h.c. Athanasios G. Mamalis, Project Scientific Director).

**A kutatásban** 5 minősített és 5 nem minősített hazai oktató, kutató és 4 egyéb szakértő (köztük 3 BSc hallgató) vett részt. Az ÓE BGBMK-ról a munkába bevont három gépészmérnök-hallgató (Kovács Tünde docens vezetésével) a tervek szerint a szakterület ifjú szakember-utánpótlását jelentette volna.

**A kutatást 6 külföldi szaktekintély** (német, cseh, amerikai és görög) **támogatta:**

- Pavel **Manas** (PhD), University of Defence, Faculty of Military Technology/Department of Engineer Technologies, Czech Republic, Brno;
- Bernhard **Rieger**, Bernhard Rieger Sprengtechnik, Németország – többek között a Fraunhofer Institute for Chemical Technology ICT (Pfinztal), továbbá a Verband für Waffentechnik und –geschichte e.V. (Düsseldorf) és az Orica Germany GmbH (Troisdorf) szaktanácsadója, kutatója;
- Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Lothar W. **Meyer**, director, Nordmetall GmbH. Adorf, Germany;
- Dr. –Ing. Norman **Herzig**, managing director, Nordmetall GmbH. Adorf, Germany;
- Prof. Dr. Karl P. **Staudhammer** – Los Alamos National Laboratory, USA;
- Academician Prof. Dr.-Ing. Dr.h.c. Prof.h.c. Athanasios G. **Mamalis**, National Center Scientific Research „Demokritos”, Athén, Görögország.

A kutatócsoport tagjai 4 hazai és külföldi konferencián 35 előadást tartottak [29; 32; 34; 50; 61; 72], 33 folyóiratcikket írtak<sup>28</sup> [33; 35; 44–46; 62; 73; 74; 79]; öt tanulmányt, továbbá 3 TDK dolgozatot és 3 BSc. szakdolgozatot készítettek.

---

<sup>28</sup> Magyar, angol és szlovák nyelven.

**Összefoglalva:** a KKT a kétéves kutatás szakmai tervében foglaltakat jelentősen túlteljesítve, a munkáját sikeresen befejezte. A projekt folyamán kiépített hazai és nemzetközi szakmai kapcsolatok révén, a témával kapcsolatos újabb eredmények megismerése a program továbbfejlesztésének lehetőségét is magában hordta.

A kutatás nem csak elméleti síkon zajlott. A **tényleges robbantási kísérletek** (plattírozás, csőalakítás) mintadarabjait az akkor már NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, **BUEHLER metallográfiai laboratóriumában** hozták létre, a robbantott munkadarabokból vizsgálati metszetek készítésével, azok mikroszkópos vizsgálatával, rögzítésével, kiértékelésével.

Bár a rendelkezésre álló költségkeret nagy ipari kísérletek végzését nem tette lehetővé, de egy konkrét, a gyakorlati életbe is átültethető „termék” született, **a robbantással készíthető drótkötélhurok.**<sup>29</sup>

A mindennapok gyakorlatában a különböző technikai eszközöknél alkalmazott acélsodronykötelek végén valamilyen rögzítőeszköz kerül elhelyezésre. Ennek a rögzítésnek kellő erősségűnek kell lennie ahhoz, hogy kibírja azt a húzó/rántó terhelést, melynek a munkavégzés során a kötelet kiteszik, vagyis közelítően azonosnak kell lennie a kötélszakítószilárdságával. Az esetek döntő többségében ehhez egy hurkot kell képezni a kötélben, melyre a legegyszerűbb, ugyanakkor a legkevésbé biztonságos megoldás a csavaros rögzítők alkalmazása. Ennél sokkal biztosabb megoldást kínál a hurkok szabványban rögzített módszerrel, préselési technológiával történő kialakítása, melynél a kétrét hajtott drótkötélre egy ovális, szabványos alumínium zárógyűrű kerül, melyet egy szerszám segítségével, préseléssel rögzítenek. A gond akkor jelentkezik, amikor a munkavégzés során szakadás történik (pl. erdőgazdasági és villamosipari cégeknél, bányaüzemekben, a katasztrófavédelmi feladatok végzése során), és a közelben nincs olyan üzem, ahol a javítás elvégezhető lenne. Ráadásul a szállítás idővesztését jelent, hiszen a munkagép addig nem dolgozik. Egy civil cég esetében ez csak pénzügyi veszteséget jelent, de a katonai gyakorlatban egyszerűen elképzelhetetlen az, hogy például egy folyóátkelés azért hiúsuljon meg, mert a pontonoknál alkalmazott rögzítő drótkötél elszakadt.

A fenti fémalakítási technológiák, módszerek tanulmányozása során vetődött fel az acélsodronykötélre hurok robbantásának lehetősége.

---

<sup>29</sup> Bővebben lásd [48. pp. 239–249.]

Elgondolásunk szerint a kötélből kialakított hurokra egy fémcsövet húzva, majd azt a cső hengerpalástja mentén, a portömörítésnél bemutatott módon (lásd. 4. sz. ábra) megrobbantva a cső rásajtolódik a hurkot alkotó kötelekre, megfelelő szilárdságú kötést biztosítva. A fémcsőnél elsődleges szempontként az anyagának képlékeny alakíthatóságát tekintettük. Számításaink szerint a cső anyagát a robbanás lökéshullámának be kellett préselnie a drótkötél pászmái közé. Ezért választásunk a kereskedelmi forgalomban beszerezhető Al 99,9 anyagú alumíniumcsőre esett.

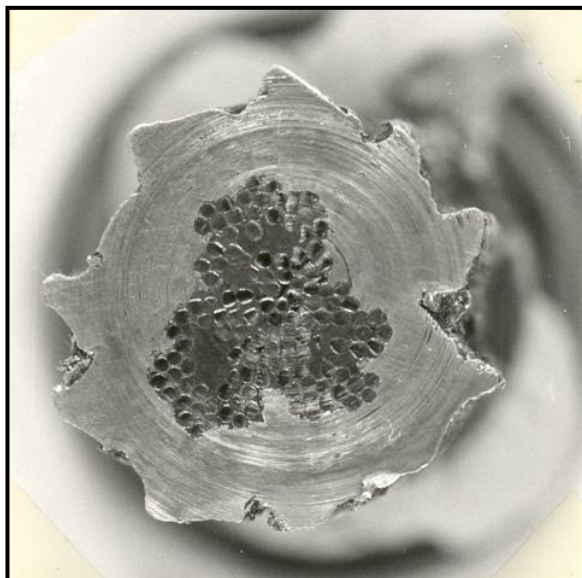
### **A robbanóanyag kiválasztásánál több szempontot is figyelembe kellett vennünk:**

- A kereskedelmi forgalomban beszerezhető, az ipari és a katonai robbantástechnikában széleskörűen elterjedt robbanóanyag legyen, hiszen elsődlegesnek tekintettük azt, hogy ne kelljen külön, speciális robbanóanyagot beszerezni, mert ezáltal éppen a módszer gyors, a sérülés helyén történő azonnali alkalmazhatósága veszett volna el.
- Könnyen felszerelhető legyen a csőre.
- Pontosan meghatározható, könnyen adagolható legyen a szükséges töltetmennyiség.
- Időjárástól függetlenül alkalmazható legyen a robbanóanyag, akár nedves körülmények között is.
- Gyutacs indítható robbanóanyag legyen.
- Alkalmazása ne igényeljen speciális felkészültséget a felhasználótól, hiszen a technológia lényege az azonnali, a rendelkezésre álló anyagokkal a helyszínen könnyen és gyorsan végrehajtható javítás.

A fenti kritériumok alapján döntöttünk a robbanózsín alkalmazása mellett, mely jól adagolható, a felhasználandó mennyiség a technológiai utasításban pontosan meghatározható, a cső hengerpalástja mentén könnyen elhelyezhető és rögzíthető. Indítása akár villamos-, akár pedig robbantógyutaccsal végrehajtható. Időjárási viszonyoktól függetlenül bármikor felhasználható. Kezelésére a Magyar Honvédség minden katonája már az alapkiképzés során felkészítésre kerül.

**A technológia elve:** az acélsodronykötélből az alumíniumcső segítségével hurkot képzünk oly módon, hogy a rövidebb szál

visszahajtjuk a csőbe. Ezáltal a kötelek kitöltik a cső belsejét kb. 120°-os elrendezéssel.



19. számú ábra. BMK-130 tolóhajó  $\varnothing 6$  mm-es drótkötélre robbantott hurok keresztmetszete<sup>30</sup>

Ez az első kísérleteknél használt BMK–130 tolóhajó  $\varnothing 6$  mm-es köteleinél megoldható volt, viszont a későbbiekben vizsgált nagyobb átmérők esetén már nem. Ezért ott – a hasonló szálelrendezés biztosítására – az egyszer visszahajtott kötelek mellé egy harmadik (külön előkészített) kötélrészletet helyeztünk a csőbe. A robbanószinórszálat (átmérője méretben pont megfelelő volt) egy, az akkumulátorokban alkalmazott elektródatartó „szövethevederbe” helyeztük, melyet az egész átmérőn, középen körbetekert robbanószinórral indítottunk. Így az alakítást végző „húzógyűrű” a cső közepétől a végek felé került indításra. A robbanás eredményeként a cső bordázottá vált, de falai sehol nem vékonyodtak el olyan mértékben, hogy ez által szilárdsága csökkent volna.

A kutatás utolsó fázisában szükségessé vált az elkészült mintadarabok statikus, továbbá a valósághoz közelítő körülmények közötti dinamikus szakító/rántó igénybevétel szimuláló ellenőrző laborvizsgálatainak elvégzése. Ez utóbbihoz Magyarországon nem találtunk megfelelő berendezést, ezért végül a német Nordmetall GmbH-nál tett szakmai látogatásunk során találtunk rá arra a 10 t-ás mérőberendezésre,

---

<sup>30</sup> Forrás: a szerző.

mely képes volt hiteles eredményeket szolgáltatni az általunk készített 6–8–10–12 mm átmérőjű drótkötélhurok dinamikusan erőhatásokkal szembeni megfelelőségéről, terhelhetőségéről.



20.számú ábra. Ø12 mm-es drótkötélhurok-készítés alapelemei<sup>31</sup>



21. számú ábra. Ø12 mm-es drótkötélhurok robbantáshoz előkészítve<sup>32</sup>

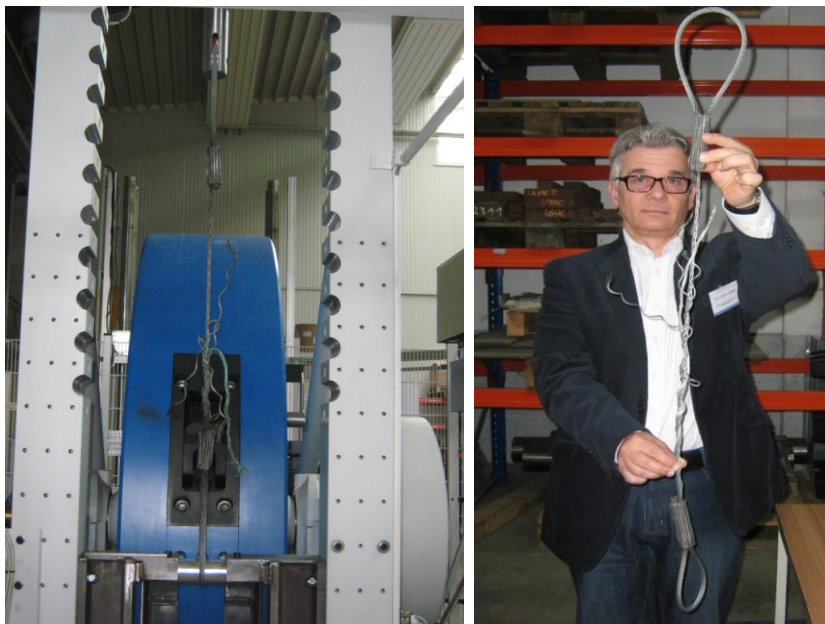
---

<sup>31</sup> Fotó: Szalay András

<sup>32</sup> Fotó: Szalay András

**A német cég hivatalos jegyzőkönyvében az alábbi eredményekről számolt be:**

- A statikus terheléses vizsgálatokhoz hagyományos szakítóberendezést alkalmaztak, melynek terheléses sebessége 35 mm/min volt.
- Az acélsodronyok dinamikus terheléses vizsgálatához egy saját fejlesztésű forgókerekes szakítógépet használtak, melyben a lendítőkerék tömege 10 tonna volt, amely nagy terhelőerő kifejtésére képes, és alkalmas nagyobb tárgyak vizsgálatára. A vizsgálatokat 8 m/s terhelési sebességgel végezték.
- A vizsgálatok célja az acélköteleken keletkező sérülések helyének megállapítása volt a statikus és a dinamikus (becsapódásos) terhelések alatt. A maximális terhelési értékek a dinamikus terhelés esetén kicsit magasabbak voltak, mint a statikus terhelésnél. A sodronyok átmérőjének növekedésével egyetemben a maximális szakítóerő is fokozatosan növekedett. A szakadás leggyakrabban a sodronyon következett be, a kötés közelében. A kötés nem sérült (hibásodott) meg. Ez a jelenség mind a statikus, mind a dinamikus vizsgálatok során igaznak bizonyult.



22. számú ábra. A szerző egy robbantással készült drótkötélhurokkal a dinamikus szakítópróba után<sup>33</sup>

---

<sup>33</sup> Fotó: Szalay András

A végső próba olyan katonai eszközökön, valós körülmények között történt, ahol a vizsgált átmérőjű drótköteleket alkalmazták, és azok szakadása esetén elengedhetetlenül szükséges a gyors javításuk. Ilyen nagy felhasználók lehetnek pl. a honvédség pontonos alegységei, ahol a PMP szalaghídelemekből épített kompok, hidak működtetéséhez nagy mennyiségű drótkötelet használnak fel, vagy a hidász alegységek roham- és kísérőhidakat üzemeltető rajai.

A Magyar Honvédség illetékesei engedélyének hiányában<sup>34</sup> – az eredeti tervtől eltérően – a terepi kísérlet a Magyarországon a Nemzeti Közlekedési Hatóság által kiállított hatósági úszómű bizonyítvánnyal egyedülként rendelkező, az Investíció'93 Kft. tulajdonában lévő PMP elemek felhasználásával került végrehajtásra. Az alkalmazott drótkötelek átmérője 11 mm volt. A gyakorlati kipróbálás előkészítését és végrehajtását a „Robbantással kialakított acélsodronykötél-hurkok gyakorlati kipróbálása PMP pontonokon” c. dokumentumfilmen örökítettük meg.

A kísérleti robbantások azt bizonyították, hogy külső munkahelyeken, a rendelkezésre álló robbanóanyagot és robbantási segédanyagot alkalmazva, külön felkészültség nélkül, gyorsan elvégezhető a kis- és közepes átmérőjű drótkötelek javítása, hurok robbantásával a sérült részekre. A módszerhez nem szükséges új eszközök, felszerelések beszerzése, csak az adott technikai eszköznél alkalmazott drótköteleknek megfelelő alumíniumcső, valamint az elektród tartó hevederek tárolandók a szerszámosládában. A cső kialakítása a rendszerített robbanózsinór-töltet tömegének függvénye. Kísérleti úton szükséges meghatározni az adott alegységnél (pontonos, hadihajós stb.) alkalmazott acélsodronyköteleknek megfelelő alumíniumcső méretét (hosszúság, belső és külső átmérő) és a szükséges robbanózsinórszálok darabszámát. A szerelést az egységkészletben található cső segítségével kell végrehajtani, a szintén méretre szabott hevedereknek megfelelő hosszúságú és darabszámú robbanózsinór levágását követően. A kísérletek tapasztalatai szerint a robbantásnak repeszhatása nem volt, a robbanás ereje a kötélvéget mintegy 40–60 cm-re megemelte, majd az visszaesett a földre. Így akár a jármű mellett, annak a robbanással ellentétes oldalán tartózkodva elvégezhető a robbantás. A javasolt módszer gyakorlati alkalmazása semmilyen külön felkészültséget nem igényel a Magyar Honvédség alapkiképzésen átesett

---

<sup>34</sup> A Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar dékánja hivatalos kéréssel fordult ebben az ügyben az illetékesekhez, hogy engedélyezzék a Műszaki, valamint a Tűzserész és Hadihajós Ezrednél a kipróbálást – eredménytelenül.



katonáitól. A honvédségi alkalmazáson kívül az eljárást eredményesen lehetne használni a szintén acélsodronyt alkalmazó erdőgazdasági és villamosipari cégeknél, bányauzemekben, továbbá a katasztrófavédelmi feladatok során. Nagy előnye továbbá a szerelés gyorsasága. Egy-egy mintadarab előkészítésére kb. 2–3 percre volt szükség.



23.számú ábra.  $\varnothing 6$ ,  $\varnothing 8$ ,  $\varnothing 10$ ,  $\varnothing 12$  mm drótkötelek előkészítése hurokrobbantáshoz<sup>35</sup>

A TÁMOP-kutatás még egy „termékéről” érdemes pár szót ejteni, ez **„A robbantásos fémalakítás/-megmunkálás hazai és nemzetközi alkalmazásának kutatása az NKE Központi Könyvtár, Mueller Othmár robbantástechnikai külön-gyűjteményében”** c. kutatási adatbázis DVD-n. Mueller Othmár (1932–2002), mint az Építéstudományi Egyesület Robbantástechnikai szakbizottságának alapítója és haláláig vezetője, továbbá az Igazságügyi Műszaki Szakértői Intézet igazgatója 1969-től kezdődően, minden anyagi támogatás nélkül, levelezés, sok munkával kiépített kapcsolatok révén létrehozta az Európában egyedülálló Robbantástechnikai szakkönyvtárat. A mintegy 26 ezer kötet az 1800-as évek közepétől tartalmazza a világ számos országában megjelent, robbanóanyagokkal, robbantástechnikával foglalkozó könyveket és tanulmányokat, kiegészítve a mintegy 30 ezres cikkgyűjteménnyel, sok ezer prospektussal és több mint 100 videokazettán lévő szakfilmmel. Nyugdíjas éveiben kezdett foglalkozni a könyvtár további sorsával, majd végakarátában a robbantástechnikával Magyarországon szervezett oktatás formájában jelenleg

<sup>35</sup> Fotó: Szalay András

legmagasabb szinten foglalkozó tanintézetnek ajánlotta fel a szakkönyvtárát: a Nemzetvédelmi Egyetemnek. Egyetlen kikötése az volt, hogy a Központi Könyvtár részeként, de önálló gyűjteményként maradjon meg.

Mueller Othmár nem csak gyűjtötte, hanem katalogizálta is gyűjteményét: a robbantástechnika különböző területeiről szakcikk- jegyzékeket állott össze, ezzel is segítve a könyvtárban kutatók munkáját. Nyugodtan állíthatjuk, hogy ma Magyarországon ebben a könyvtári (ma már) külön gyűjteményben található a legnagyobb, robbantásos fémmegmunkálással foglalkozó könyv- és szakcikk-kollekció. Az Igazságügyi Műszaki Szakértői Intézet 1984/8. sz. közleményeként megjelent, a Robbantásos fémmegmunkálásra vonatkozó szakcikk-jegyzék 100 könyvet, 189 szakcikket és 33 egyéb, a témába vágó prospektust, ismertetőanyagot sorol fel. [52] Ezt kívántuk részletesebben megismertetni a kutatással, melynek során 100 könyvet és cikket kerestünk meg és dolgoztunk fel, ezen belül az angol, német és orosz nyelvű anyagok esetén lefordítva a tartalomjegyzékeket, meghatározva a kulcsszavak, továbbá fontos anyagok esetén lefordítva egyes fejezeteket, fejezetrészeket.

## Befejezés

A cikk végén a mai állapotról beszámolva azt írhatjuk le: az „hűen követi” elődei mintáját. Ahogy a komoly kutatási eredménnyel rendelkező kutatóintézetek 1990 után a múlt homályába veszttek, úgy a robbantásos fémmegmunkálás témájával a jelenben foglalkozó szakemberek, szervezetek sem tudnak eredményekről beszámolni.

Az S-Metalltech Kft. még létezik, de ezirányú kutatási projektek hiányában ma elsődlegesen más területen dolgozik. A nemzetközi terrorizmus elleni harcban érdekes lehetne új kutatási elképzelésük olyan energiaelnyelő alumínium-hab szendvicspanelek robbantásos technológiával történő kifejlesztése, melyek – szemben a jelenlegi gyártmányokkal – pl. hegeszthetők.<sup>36</sup> Megfelelő kutatás-fejlesztési pályázatok, támogatók hiányában ez egyelőre csak terv marad.

A Nemzeti Közszolgálati Egyetem 2012-es megalakulását követően, a volt ZMNE két karából létrejött Hadtudományi és Honvédtiszt-

---

<sup>36</sup> <http://smet.hu/hu/kutatas-fejlesztes-fem/energiaelnyelo-anyagszerkezetek-fejlesztese/> (2020. 11. 26.)

képző Karon megszűnt a fenti TÁMOP-kutatás bázisaként szolgáló Műszaki Tanszék és alapjaiban a mérnökképzés. 2012 decemberében megjelent egy kormányhatározat<sup>37</sup> a nyugdíjas közalkalmazottak közfoglalkoztatásának korlátozásáról. Ennek eredményeként (közel 90 fő NKE-s oktatóval együtt) e cikk szerzője is távozott a felsőoktatásból. A TÁMOP-kutatás során elért eredmények, a kialakított külföldi kapcsolatrendszer (beleértve a fent bemutatott nemzetközi együttműködési megállapodást is) szintén széthullott. Az Óbudai Egyetem részéről a kutatásban részt vett három BSc hallgatót sem tudta a Bánki Kar megtartani, ma már más területen dolgoznak.

Van-e egyáltalán a mai világban létjogosultsága a robbantásos fémmegmunkálásnak, az ezzel kapcsolatos kutatásoknak?

Az US Defence Advanced Research Projects Agency (DARPA) már az 1960-as években is nagyarányú kutatásokat hajtott végre a robbantásos fémmegmunkálási technológiák terén. Az eredmények a költség-takarékos fém- és fémötvözet-alakítás terén jelentkeztek, melyek azonnal gyakorlati alkalmazásra is kerültek a Védelmi Minisztérium különböző programjaiban.



24. számú ábra. SR-71 „Blackbird”<sup>38</sup> típusú felderítő-repülőgép

<sup>37</sup> 1700/2012 (XII. 29.) Korm határozat a közsférában alkalmazandó nyugdíjpolitikai elvekről.

<sup>38</sup> Fotó: Lukács László, Imperial War Museum, Duxford, Nagy-Britannia.

Robbantásos fémalakítási technológiával készült az SR–71 „Blackbird” típusú repülőgép utánégető gyűrűje, és így formázták a gép titánból készült törzslemezének bizonyos részeit is (24. sz. ábra). Ugyancsak e technológia eredményei voltak a P–3 „Orion” repülőgép borítása, a harcászati rakéták hajtóműveinek fúvócsövei vagy a turbinamotorok hővédő pajzsai. A DARPA a 20. század utolsó éveiben is aktívan dolgozott a robbantásos fémmegmunkálási technológiák fejlesztésén. Az USA Védelmi Minisztérium igényei alapján 19 kutatásuk folyt ezzel kapcsolatban [16. p. 405.]<sup>39</sup>

Magyarországon a 2018. november elsején kinevezett, a KKM úrkutatásért felelős miniszteri biztosának feladata többek között, hogy felügyelje az úrkutatás fejlesztésére vonatkozó stratégiák, szakpolitikák összehangolását és megvalósulását. Az 1133/2019. (III. 18.) Kormányhatározat a 2019. évi magyar úrkutatás és ürtevékenység fejlesztéséhez szükséges 2.321.600.000 forint biztosítására kéri a pénzügyminisztert. „Ezzel Magyarország végre hangsúlyosabban jelen lehet a világűrt érintő ipari és szolgáltatói piacokon és a nemzetközi úrkutatás körforgásában” nyilatkozta a miniszteri biztos.<sup>40</sup> A Nemzeti Közszolgálati Egyetem Eötvös József Kutatóközpontján belül 2020 októberében megalakult a Világűr Társadalomtudományi Kutatóműhely.<sup>41</sup>

Edmund Morris<sup>42</sup> írta: „A történelem elismeréssel adózik a bölcsnek, de a hőst emeli pajzsra”. A tanulmányban bemutatott kiváló szakemberek valóban nem voltak hősök. Munkásságukról, elért eredményeikről viszont fontosnak tartottam maximális tisztelettel és elismeréssel megemlékezni ebben a tanulmányban.

## Felhasznált irodalom

- [1] A gyémánt kisnyomásos szintézise, Műszaki Élet 1976. 13. szám, 19 (F.H.)
- [2] A jövő anyagai: az üvegfémek (Frankfurter Allgemeine Zeitung alapján), Élet és Tudomány, 1978. 43. szám, 1373.
- [3] Acél és titán összehegesztése, Univerzum, 1969. 10. szám

---

<sup>39</sup> Bővebben lásd [45]

<sup>40</sup> Infójegyzet 1919. május 24. Országgyűlés Hivatala – Európai úrkutatás – Magyar ürtevékenység.

<sup>41</sup> <https://vtkm.uni-nke.hu/bemutatkozas> (2020.11. 25.)

<sup>42</sup> Többek között Theodor Roosevelt Pulitzer-díjas életrajz írója.

- [4] Alting, L.: Hojeffektform giving at metaller (Fémek robbantásos alakítása). Lyngby, Denmarks Tekn. Hojskloe, AMT, 1967.
- [5] Autótengelyek gyártása robbantással, Delta, 1977. 2. szám, 7.
- [6] Beranek, J.: Tváreni vybuchem (Robbantásos alakítás). Práce, Prága, 1964.
- [7] Blazynski, T. Z. – Sewailem, M. R.: Air cushion effect in the explosive forming of metal sheet. L., E. F. Southend, 1969. (Repr.: The Engineer, Jan. 10. and 17., 1969.)
- [8] Blazynski, T. Z.: Scaling problems in the development of the free implosive forming of rootes blower impellers. Oxford, Pergamon Press, 1970. (Repr.: 10th Intern. Machine Toll Design and Res. Conf. Proceedings, 1969.)
- [9] Blazynski, T. Z. (ed.): The use of high-energy rate methods for forming, welding and compaction. Leeds, The University of Leeds, 1973. (Papers presented at a conference, 27–29 March 1973.)
- [10] Bohus Géza – Horváth Zoltán – Papp József: Ipari robbantás-technika. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983. p. 54–57.
- [11] Czeglédi Istvánné: Robbantásos lemezalakítás ipari bevezetése és a továbbfejlesztése, GTI Gépgyártástechnológia, ISSN 0016-8580, 1971. (11. évfolyam) 1. szám, pp. 19–22.
- [12] Czeglédi Istvánné: A robbantásos lemezalakítás fejlesztésének újabb eredményei. - In: Gépgyártástechnológia, ISSN 0016-8580, 1976. (16. évf.), 8. sz., pp. 369–371.
- [13] Czeglédi Istvánné – Göbl Nándor: Nagysebességű lemezalakító eljárások, GTI Gépgyártástechnológia, ISSN 0016-8580, 1972. (12. évfolyam) 7–8. sz., pp. 329–335.
- [14] Czeglédi G.: Robbantásos illesztések, sajtólasok. Budapest, 15. hazai építőipari robbantástechnikai konferencia előadásai, 1981.
- [15] Czeglédi G.: Robbantásos fémalakítás minőségi értékelésének szakértői kérdései. Budapest, 3. Építőipari robbantástechnikai kollokvium, ÉTE, 1983.
- [16] Daehn, G. S.: High Velocity Metal Forming. ASM Handbook, Volume 14B, Metalworking: Sheet Forming, ASM International, 2006. pp. 405–418.
- [17] Egly, N. S.: Eksplosions formgiving. Lingby, Danmarks Tekniske Hojskole, Afdelingen for Mekaniks Teknologi, 1970.

- [18] Enhamre, E.: Effects of underwater explosions on elastic structures in water. S., AB. H. Lindstahls, 1954. (Kungl. Tekniska Högskolans Handlingar serie No. 82.)
- [19] Erdősi J. – Göbl N. – Szalay A.: Megmunkálás nyomáshullámokkal (Nagy energiasűrűséggel végzett megmunkálási eljárások című tanulmánykötet). Központi Fizikai Kutató Intézet, Budapest, 1990.
- [20] Fémalakító robbantások, Hajdú Bihari Napló, 1975.06.28. 4.
- [21] Gillemot László: A képlékeny alakítás technológiája, Műszaki Élet, 1961. 20. szám
- [22] Granström, S. A.: Loading characteristics of air blasts from detonating charges. S. AB. H. Lindstahls, 1956. (Kungl. Tekniska Högskolans Handlingar serie No. 100.)
- [23] Hatos Géza: Újabb eredmények az alakítástechnikában, Hadi-technika 1972/2. szám, pp. 48–53.
- [24] Hatos Géza: Robbantásos fémalakítás, Népszabadság (Tudomány és technika rovat) 1982. január 12. p. 10.
- [25] Hegesztés robbantással, Delta, 1971. 2. szám, 28–29. (G.F)
- [26] Herstellung von Blechachstragkörpern getriebener Achsen für Kraftfahrzeuge unter Anwendung der Explosivumformung (Gépkocsi hátsó hidak robbantásos alakítása). Ludwigsfeld, VEB IFA. Automobilwerke, 1977.
- [27] Holtzman, A. H. – Cowan, G. R.: Bonding of metals with explosives. NY Welding Res. Council, 1965 (WRC Bulletin 104-Apr. 1965).
- [28] Holtzman, A. H. – cowan, G. R.: Response of metals to high velocity deformation. Interscience Publ. New York, 1961, No. 4., 447–456.
- [29] Hornyacsek Júlia - Lukács László: Výskum tvárnenia kovov výbuchom na univerzite NKE a knižnica Muellera Othmára – Blasting metal-works research at the national Civil Service University and the Muelle Othmar biblioteca of blasting techniques, Conference Proceedings from the International Conference Blasting Techniques 2013. - Slovakian Society for Blasting and Drilling Works, ISBN 978 – 80 - 970265 – 5 – 4, Stara Lesna, 2013. 05. 23–24., 189–195.

- [30] Konon, J. A. – Pervuhin, L. B. – Csudnovszkij, A. D.: Szvarka vzrívom (Robbantásos hegesztés). Masinosztrojenyje, Moszkva, 1987.
- [31] Kovács Lajos: Fémalakítás robbantással, Lobogó, 1969.09.03.
- [32] Korom Dániel: Plastické tvarovanie rúr výbuchom – Tube forming with explosion - Conference Proceedings from the International Conference Blasting Techniques 2013. - Slovakian Society for Blasting and Drilling Works, ISBN 978-80-970265-5-4, Stara Lesna, 174–180.
- [33] Korom Dániel Péter: Robbantással alakított csövek és vizsgálatauk, Műszaki Katonai Közlöny on-line folyóirat, XXII. évfolyam, 3. szám, 2012., 102–118.
- [34] Kovács-Coskun Tünde – Völgyi Bálint – Sikari-Nágl István: Examination of aluminium/low carbon steel joints formed by explosive welding, Proceedings of the International Conference on Military Technologies 2013 (ICMT'13), Published by: University of Defence, Brno, 2013. ISBN:978-80-7231-917-6, Printed Proceeding, ISBV 978-80-7231-918-3 Proceeding on CD, 301–306.
- [35] Kovács-Coskun Tünde - Völgyi Bálint – Sikari-Nágl István: Platírozott alumínium-acél lemez korróziós viselkedésének vizsgálata, Repüléstudományi Közlemények XXV. évfolyam, 2013. 2. szám, 289–294.
- [36] Krupin, A. V. – Szolovjov, V. J. – Seftel, N. I. – Kobeljov, A. G.: Deformácija metalov vzrivom. Metallurgia, Moszkva, 1975.
- [37] Kuszczak, A.: Wybrane zagadnienia tloczenia wybuchowego. Proba okreslenia współczynnika stateczności obrzeża (A robbantásos sajtolás különleges problémái. A szegélyállóság együtthatója meghatározásának kísérlete). Biul. IMP., Varsó, 1965. ápr. szám, 69–74.
- [38] Ligeti György: Robbanóanyagok a fémalakításban, Lobogó, 1962.04.04.
- [39] Ligeti György: Hol tart ma a robbantásos formázás?, Műszaki Élet, 1962.07.05. 5.
- [40] Ligeti György: Új irányzat a repülőgépek gyártástechnológiájában: A robbantásos alakítás, Repülés, 1961.10.01.

- [41] Lukács László – Rácz Pál (szerk.): Nagyenergiájú fémmegmunkálás. Jegyzet. Nemzeti Közszolgálat Egyetem, Budapest, 2013.<sup>43</sup>
- [42] Lukács L. – Szalay A. – Bérczes I.: Sodronykötelek kötése robbantással. Műszaki Katonai Közlöny, 2004/1–4. összevont szám, 137–146.
- [43] Dr. Lukács László – Szalay András – Bérczes Imre: Drótkötél hurok készítése robbantással. Előadás a Haditechnika 2010 Nemzetközi Konferencián, Budapest, 2010. május 6–7. Megjelent a konferencia kiadványában DVD-n.
- [44] Lukács László – Szalay András – Zádor István: A repülőgépek gyártásánál alkalmazható két- és háromrétegű féanyagok előállításának robbantásos plattírozással. Repüléstudományi Közlemények, XXIV. évfolyam, 2012/2. szám, 448–459.
- [45] Lukács László – Szalay András – Zádor István: Robbantásos fémalakítás és a repüléstechnika. Repüléstudományi Közlemények, XXIV. évfolyam, 2012/2. szám, 431–446.
- [46] Lukács László – Szalay András – Zádor István: Robbantással készített drótkötél hurok. Műszaki Katonai Közlöny, XXIV. évfolyam, 2014/3. szám, 75–88.
- [47] Lukács L. – Szalay A. – Zádor I.: Acélsodrony kötelekre robbantással készített hurkok – technológiai leírás
- [48] Lukács László: Szemelvények a magyar robbantástechnika fejlődéstörténetéből, különös tekintettel a továbbfejlesztés várható irányai és a kor új kihívásaira, Dialóg Campus Kiadó Budapest, 2017. ISBN 978-615-5680-35-9<sup>44</sup>
- [49] Malentovitz, R.: Zastosowanie Metody tlaczenia wybuchowego (A robbantásos sajtolási módszer alkalmazása). Biul. IMP, Varsó, 1963/4., 18–21.
- [50] Manas, Pavel – Szalay András – Zádor István – Lukács László: Fabrication of formed metal tubes for heat exchangers by explosive technology, Proceedings of the International Conference on Military Technologies 2013 (ICMT'13), Published by: University of Defence, Brno, 2013. ISBN:978-80-7231-917-6 Printed Proceeding, ISBV 978-80-7231-918-3 Proceeding on CD, 353–360.

---

<sup>43</sup> Letölthető: <https://www.mkle.net/logisztikai-szakgyujtemeny/szakmai-oldalak/szakagak/mu/>

<sup>44</sup> Letölthető: <https://tudasportal.uni-nke.hu/tudastar-reszletek?id=123456789/6916>



- [51] Meyer, G. – Schwalbe, M.: Anwendungsmöglichkeiten der Explosivum-formung (A robbantásos alakítás alkalmazási területei). NDK, Fertigungstechnik und Betrieb, 1970. 20 k., 3. sz., 156–158.
- [52] Mueller Othmár – Matye Béláné: A robbantásos fémmegmunkálásra vonatkozó, az igazságügyi műszaki szakértői gyakorlatban felhasználható szakkikkek jegyzéke. Igazságügyi Műszaki Szakértői Intézet közleményei, 1984/8. szám, Budapest.
- [53] Nagy Lajos: Fémalakítás robbantással, Honvédségi Szemle 1965. 3. szám, 88–93.
- [54] Nagy Lajos – Bereczky István: Fémlemezek formálása robbantással, Élet és Tudomány, Budapest, 1965/14. szám, pp. 640–642.
- [55] Pihovnyikov, R. V. – Zavjalova, V. I.: Stampovka listovova metala vzrivom. (Fémlemezek robbantásos préselése) Masinosztroenyije, Moszkva, 1964.
- [56] Pégoud, J.: Mise en oeuvre des matériaux par explosion (Fémalakítás robbantással). Paris, Machine Moderne, 1973. okt., 15–18.
- [57] Prümmer, Rolf: Explosivverdichtung pulvriger Substanzen. Springer-Verlag, Berlin, 1987. Orosz nyelvű fordítása: Obrabotka poroskoobraznüh materialov vzrúvom (Poralakú anyagok megmunkálása robbantással). Mir, Moszkva, 1990.
- [58] Prümmer, E.: Explosivbearbeitung von Werkstoffen (Fémek robbantásos megmunkálása). NSZK, Z. f. Werkstofftechnik, 1973. 4. k. 5. sz., 236–243.
- [59] Puskás J. – Szalay A.: Robbantásos csőalakítás és plattírozás a Villamosipari Kutató Intézetben. Budapest, 15. hazai építőipari robbantástechnikai konferencia előadásai, 1981.
- [60] Schinnerling, J.: Die Explosivformung – eine neue Verfahrenstechnik der Umformung (A robbantásos alakítás – új fémalakítási technika). NSZK, Werkstatt und Betrieb, 1971. 104. k. 3. sz., 183–186.
- [61] Sikari-Nágl István - Völgyi Bálint – Kovács-Coskun Tünde: Výbuchové plátovanie hliníka a ocele – Explosive cladding of aluminium and steel and its examination - Conference Proceedings from the International Conference Blasting Techniques 2013. - Slovakian Society for Blasting and Drilling Works, ISBN 978-80-970265-5-4, Stara Lesna, 2013. 05. 23–24., 196–203.
- [62] Sikari-Nágl István – Völgyi Bálint: Kontaktkorrózió kiküszöbölésére készített, robbantással plattírozott lemezek vizsgálata,

Műszaki Katonai Közlöny on-line folyóirat, XXII. évfolyam, 3. szám, 2012., 119–150.

- [63] Smrcka, J. – Vaclavek, M.: *Explozivni tváreni plechi a trub (Fémlemezek és csövek robbantásos alakítása)*. SNTL, Prága, 1964. (Kinznice stroy. vyroby 100. k.)
- [64] Susánszky Zoltán: *Az energiairányítás fémek robbantó alakításakor*, *Haditechnikai Szemle* 1969/3. pp. 98–104.
- [65] Susánszky Zoltán: *A robbantó mélyhúzás energiaközlési folyamatának műszeres vizsgálata – doktori értekezés*, *Budapesti Műszaki Egyetem*, 1973. (135 p.)
- [66] Susánszky Zoltán: *Robbanóanyagok alakítják a fémeket*, *Természet Világa* 1971/10. pp. 449–451.
- [67] Susánszky Zoltán: *A robbantó mélyhúzás alakító impulzusának formálása reflektorok segítségével*, *Periodica Polytechnica, Transportation Engineering*, 1983 (vol 11.) Klsz. pp. 61–67.
- [68] Szakurai, T.: *Baku-hacu kako (Robbantásos fémalakítás)*. Nikkan Kogio Sinbunza, Tokió, 1969.
- [69] Szalay A. – Bérczes I.: *Robbantásos fémmegmunkálási eljárások*. *Műszaki Katonai Közlöny*, 1992/3. szám
- [70] Szalay András – Puskás József: *Nemesfém-takarékos érintkezőanyagok előállítása robbantásos plattírozással*, *Villamosipari Kutató Intézet Közleményei* 8. kötet, 1982. pp. 171–180.
- [71] Szalay András – Puskás József: *Ni-tartalmú Ag érintkezőanyagok előállítás robbantásos portömörítéssel*, *Villamosipari Kutató Intézet Közleményei* 9. kötet, 1984. pp. 181–188.
- [72] Szalay András – Lukács László – Zádor István: *Bonding of steel ropes by explosive tube forming*, *Proceedings of the International Conference on Military Technologies 2013 (ICMT'13)*, Published by: University of Defence, Brno, 2013. ISBN:978-80-7231-917-6, Printed Proceeding, ISBV 978-80-7231-918-3 Proceeding on CD, 347–352.
- [73] Szalay András – Rieger, Bernhard – Lukács László: *Mobil robbantókamra tervezési és gyártási kérdései* – *Műszaki Katonai Közlöny on-line folyóirat*, XXII. évfolyam, TÁMOP Különszám, 2012. november, 145–151.
- [74] Szalay A., Mamalis A. G., Zador I., Vortselas A. K., Lukacs L.: *Explosive metalworking: experimental and numerical modeling*

- aspects - Materials Science Forum Vol. 767 (2014) pp 138–143 (ISSN 0255-5476) Online available since 2013/Jul/31 at [www.scientific.net](http://www.scientific.net) © (2014) Trans Tech Publications, Switzerland, doi: 10.4028/www.scientific.net/MSF.767.138
- [75] Szluka Emil: Az anyagformálás új technikája (beszélgetés V. M. Kugyinov akadémikussal), Népszabadság 1984. 09.13. 6.
- [76] Sztepanov, V. G. – Szipilin, P. M. dr.: Gidrovzrivnaja stam-pirovka elementov szudovih konsztrukcij (Hajószerkezetek robbantásos alakítása). Szudosztrojenie, Leningrád, 1960.
- [77] Tamás Mihály: A kutatóintézetektől a gyárákig (Miért hosszú az út?), Népszabadság 1980.01.20. 8.
- [78] Villamosipari Kutató Intézet Közleményei, 13/1991. – A Villamosipari Kutató Intézet átszervezése. Gazdasági társaságok (Csipka Tamás – Nagy László) pp. 3–6.
- [79] Zádor István –Mamalis, Athanasios G. – Lukács László – Szalay András: Fémcsövek alakítása robbantással, növelt hatásfokú hőcserélő készítéséhez, Műszaki Katonai Közlöny on-line folyóirat, XXII. évfolyam, TÁMOP Különszám, 2012. november, 128–139.
- [80] Mynors, D. J. – Zhang, B.: Applications and capabilities of explosive forming, Journal os Material Processing Technology 125–126, 2002. pp. 1–25.

### **Megjegyzés:**

A **Műszaki Katonai Közlöny** jelzett publikációi elérhetők: <https://mkk.uni-nke.hu/nyitolar> vagy <https://www.mkle.net/logisztikai-szakgyujtemeny/szakmai-oldalak/szakagak/mu/>

**Repüléstudomány Közlemények:** <http://www.repulestudomany.hu>

## Könyvismertető

A Magyar Hadtudományi Társaság kiadásában jelent meg

**Budavári Krisztina:**

**A magyar védelmi ipar helyzete és fejlődési lehetőségei** című könyve.



A tanulmány a magyar védelmi ipar helyzetét és fejlődési lehetőségeit mutatja be 2020-ban, amikor két meghatározó jelentőségű program is folyamatban van, ami hatást gyakorolhat az iparágra. A 2016-ban bejelentett „Zrínyi 2026 – A haza védelmében – Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program”, valamint az „Irinyi Terv – Az innovatív iparfejlesztés irányainak meghatározásáról” című iparfejlesztési program.

A tanulmányban bemutatásra kerülnek a védelmi ipar témakörének elméleti kutatási keretei, lehetőségei és korlátai, a védelmi ipar környezetében bekövetkezett és a védelmi iparra, annak szereplőire hatást gyakorló legmeghatározóbb változások, valamint alkalmazható modellek és elméletek a védelmi ipar, és a védelmi ipari bázis meghatározásához.

Bemutatásra kerül a védelmi ipar, mint sajátos stratégiai iparág, és az iparágra jellemző piaci folyamatok, jelenségek, anomáliák, a fegyverkereskedelem speciális jellemzői, folyamatai, szabályozása. A kutatás során a védelemgazdaságtan és a védelmi ipari elméleti kutatások hazai helyzetében és színvonalában feltárt hiányosságok okán az elméleti fejezet a védelemgazdaságtan hazai helyzetének

bemutatásával zárul. Az elméleti keretek megteremtése után a magyar védelmi ipar történetének rövid tárgyalása ismerteti azokat a lényeges múltbeli tényezőket, amik az aktuális helyzethez vezettek, és ismertük elengedhetetlen ahhoz, hogy a további fejlődési lehetőségek és korlátok érdemben megítélhetőek legyenek.

A hazai védelmi ipar jelenlegi helyzetének bemutatása az aktuális hazai környezetben az iparág hazai szereplőit, kiemelten a stratégiai jelentőségű vállalatok helyzetét tárgyalja, majd a kormány iparfejlesztési programját és a védelmi ipar fejlesztése szempontjából releváns kapcsolódó intézkedéseit, valamint a környezetben kiemelt hatást gyakorló tényezőket, kiemelten pedig a hazai innovációs rendszert.

A nemzetközi környezet tekintetében a tanulmány a biztonsági és az üzleti környezet tényezőit egyaránt vizsgálja, a biztonsági környezetet globális és regionális kontextusban, az üzleti környezetet pedig globális kontextusban, a védelmi költségvetések globális trendjei, a Magyar védelmi ipar helyzete és fejlődési lehetőségei | Befejezés 176 177 Magyar Hadtudományi Társaság Hungarian Association of Military Science globális fegyverkereskedelem legfrissebb statisztikái, a világ legnagyobb védelmi ipari vállalatainak teljesítménye, a védelmi ipar aktuális globális trendjei és a legnagyobb vállalatok üzleti stratégiái alapján. Valamint bemutatásra kerülnek a legjelentősebb szereplők gyakorlati és szakértői elemzések alapján a legfontosabb és feltörekvő technológiák, amik a védelmi célú innovációkban kulcsfontosságúak vagy a jövőben várhatóan azok lesznek. A nemzetközi környezet tekintetében számos nemzetközi tanulmány került feldolgozásra, amelyek alapján levont következtetések érdemi információkkal szolgálhatnak a ma már globális kontextusban gondolkodni kényszerülő magyar védelmi ipari szereplők és a működésük kereteit szabályzó kormány számára is.

A hazai környezet egyik legjelentősebb tényezője, a Zrínyi 2026 program céljai, eredményei és hatása a hazai védelmi iparra, kiemelt jelentőségére tekintettel külön fejezetben kerül bemutatásra a hazai és nemzetközi működési környezet bemutatását követően. A fejezetben számos szakértői tanulmány kerül feldolgozásra és elemzésre a téma kapcsán. Az információkhoz való korlátozott hozzáférhetőség miatt, a fejlesztési javaslatokat nem volt lehetőség konkrét tervekkel összevetni, azonban ennek ellenére számos érdemi következtetés levonására került sor. A Zrínyi 2026 program tükrében történt vizsgálat bemutatását követően, a dolgozat komplex következtetések levonásával és azok alapján megfogalmazott javaslatokkal zárul.

A tanulmány célja volt a magyar védelmi ipar aktuális helyzete és fejlődési lehetőségei tárgyában a releváns tényezők és trendek további kutatásokat segítő rendszerező összefoglalása, és az aktuális állapot szerint hatásuk bemutatása. A téma kapcsán számos kutatást akadályozó korlát merült fel, hazai tekintetben elsősorban a Zrínyi 2026 programmal, a kapcsolódó képességfejlesztési tervekkel és innovációs programokkal kapcsolatos szinte teljes körű információ hiány, valamint a védelmi iparral kapcsolatos védelemgazdasági kutatások és szakirodalom hiánya, azonban ennek ellenére érdemi következtetések levonására is sor került.

A téma elméleti vizsgálatának korlátai rávilágítottak egy olyan területre, ami fejlesztendő prioritásként került meghatározásra – a védelemgazdaságtan és azon belül kiemelten a védelmi ipari kutatások területe, ami számos tényező miatt Magyarországon az elmúlt időszakban nem megfelelően fejlődött. A hazai működési környezet vizsgálata igazolta azt a feltételezést, hogy a kormány 2010-óta következetesen követett politikájába szervesen illeszkedik mind a Zrínyi 2026 program és a Magyar Honvédség jelenleg folyó modernizációja, mind pedig az Irinyi Terv, valamint a magyar védelmi ipar fejlesztése egy komplex gazdaság-, biztonság- és társadalompolitikai célrendszer része, amivel a kormány a védelmi ipar fellendítésén túl, számos egyéb gazdasági és politikai cél elérését tűzte ki.

Ezek között a gazdaság diverzifikáltságának növelését, új munkahelyek teremtését, magas hozzáadott értéket termelő iparág létrehozását, az ország innovációs képességeinek javítását, ami hozzájárul a gazdaság növekedéséhez, katonai területen pedig az importfüggőség csökkentéséhez, és a nemzeti biztonság növeléséhez. Azonban a nemzetközi biztonsági környezetben zajló folyamatok, valamint a globálisan egyre erősödő iparági verseny komplex környezetet teremt, és jelentős kihívásokat jelent a magyar védelmi ipar szereplői számára. Azonban a kormány politikai szándéka a védelmi ipar fejlesztésének tekintetében következetes, és gyakorlati intézkedésekkel alátámasztottan stabilnak látszik. A biztonsági környezet javulása pedig sem regionális, sem pedig globális szinten nem várható rövid távon, ami egyben azt is jelenti, hogy a védelmi kiadások 2016-óta stabilan növekvő globális trendje várhatóan megmarad, ami pedig kedvező környezetet biztosít a magyar védelmi ipar fejlesztéséhez is.

A tanulmány pdf formátumban letölthető a Magyar Hadtudományi Társaság internetes oldaláról: [Magyar Hadtudományi Társaság \(mhtt.eu\)](http://mhtt.eu) a PDF Kiadványok menüpont alatt.

## Hírek, események

### „Szerettem katonának lenni”

Otthonában köszöntette 100 éves születésnapja alkalmából Molnár Ferenc nyugállományú alezredest Dolányi Sándor ezredes, az MH Anyagellátó Raktárbázis parancsnoka.



A szerencsére jó egészségnek örvendő és beszédes Feri bácsi az MH Anyagellátó Raktárbázis egyik jogelőd szervezetétől, Isaszegről került nyugállományba. Közel negyven éves katonai hivatás után nyugdíjas éveit is büszkén és féltve őrizte meg kitüntetéseit, emlékeit. Dolányi alezredestnek mesélt katonaeveiről és hadifogságáról is, valamint örömmel osztotta meg, hogy jelenleg pihenéssel és esztergálással tölti szívesen szabad idejét.

Pályafutását kovács segédként kezdte, majd a kötelező sorkatonai szolgálat után a honvédség állományában alhadnagyként szerelt fel. A repülőtisztiszi iskola elvégzése után a repülőök szerelmese lett, ami végigkísérte szolgálatát. Az MN Központi Repülő Anyag Raktár Importbeszerzési osztály vezetőjeként vonult nyugállományba.

„Hosszú az élet, sok minden belefér” – összegezte a veterán, aki szerint titka a fogára való ételekben és a megfelelő mennyiségű alvásban rejlik.

Szerző és fotók: MH ARB

## **A Rheinmetall és az IAI / ELTA fejlett radarrendszerekkel látja el Magyarországot**

A magyar fegyveres erők fejlett radarrendszereket rendeltek a Rheinmetalltól. Az erre vonatkozó szerződést 2020. december 11-én írták alá. Partnerével, az Israel Aerospace Industries-szel (IAI) együtt a Rheinmetall különböző küldetésekhez tervezett radarrendszereket szállít. A rendszerek szállítása 2022 végén kezdődik és 2027 végéig tart.

A Rheinmetall Canada fővállalkozóként szállítja a fejlett aktív 3D-s radarrendszereket, amelyeket a Rheinmetall partnere, az IAI leányvállalata, az ELTE gyárt. Magyarország a Rheinmetall Canada legfontosabb export ügyfele a radarrendszer integrációja terén. Hazai piacán a Rheinmetall Canada már sikeresen együttműködött az IAI / ELTA-val a kanadai fegyveres erők számára korábban befejezett Multi Mission Radar (MMR) projektekben, és Kanadában megszerzett szakértelmét kívánja hasznosítani új NATO-ügyfele számára.

*„Az IAI / ELTA partnerünkkel büszkék vagyunk arra, hogy a magyar hadsereg radarkapacitásának korszerűsítésére választottak minket” – jelentette ki Stéphane Oehrli, a Rheinmetall Canada elnök-vezérigazgatója. „A technológiatranszfer szempontjából magyar partnereink is profitálhatnak ebből a projektből. Nagyon örülünk, hogy részt vehetünk ebben a nemzetközi projektben, és segíthetünk a magyar védelmi ipar növekedésében.”*

Yoav Tourgeman, az IAI, az ELTA alelnöke és vezérigazgatója elmondta: *„Az IAI / ELTA Systems gratulál a Rheinmetallnak a 3D Légvédelmi és Tüzérségi radar programhoz a Magyar Honvédség számára. A Rheinmetall és az IAI / ELTA Systems közös programja a többmissziós radar rendszerek lokalizálására és szállítására folytatja a kanadai MMR programban megkezdett együttműködést. A IAI / ELTA büszke arra, hogy világszerte vezető 3D Multi Mission Radar rendszerét a magyar erők választották ki a magyar nemzet védelme, valamint a légvédelmi és tüzérségi NATO missziók támogatása érdekében.”* Ez a legutóbbi értékesítési siker ismételtén aláhúzza a Rheinmetall hajlandóságát arra, hogy részt vegyen nagyobb védelmi modernizációs projekteken, szoros együttműködésben partnerországainak fegyveres erőivel és helyi iparával.

(MKLE hírlevél - Rheinmetall Canada Inc.)



## **Kormánybiztos: keresik az új radarrendszer hazai gyártóhelyszínét**

Nyírtelek, 2021. február 5., péntek (MTI) - Keresik a Magyarország által megvásárolt izraeli Vaskupola légvédelmi rendszer egyes elemeinek hazai gyártási helyszínét - közölte a védelmi fejlesztésekért felelős kormánybiztos a Szabolcs-Szatmár-Bereg megyei Nyírteleken pénteken.

Maróth Gáspár a hazai légvédelmi eszközök és rakéták javításával, karbantartásával foglalkozó HM Arzenál Elektromechanikai Zrt. telephelyén, a Rheinmetall Canada és a CarpathiaSat Zrt. képviselőivel tartott egyeztetés után újságíróknak elmondta: a nyírteleki gyáregység területén a külföldi szakértőkkel közösen szemügyre vették a magyar radarfejlesztési program későbbi lehetséges helyszínét.

Magyarország tavaly decemberben vásárolta meg Izraeltől a kis hatótávolságú rakéták és tüzérségi lövedékek ellen védelmet nyújtó Vaskupola rendszer radarrendszerét. Ennek a gyártását hozzák el izraeli, kanadai és német együttműködésben Magyarországra. A két vállalat a tervek szerint bizonyos radarelemek előállítását és végleges készre szerelését, illetve integrációját fogja elvégezni - ismertette Maróth Gáspár.

A kormánybiztos a lehetséges nyírteleki helyszínről szólva azt mondta, a HM Arzenál Zrt. tevékenysége révén errefelé koncentrálódik a magyar "radartudás", azaz a legtöbb, a radartechnológiához értő mérnök ebben a régióban lakik.

"Azt gondoljuk, hogy ez egy olyan szellemi tudásközpont, amit egyébként a külföldi partnereink is elismernek, illetve amit felfedeztek az elmúlt években, és nem véletlenül döntöttek (...) a szabolcsi régióban történő beruházás mellett" - fogalmazott.

Maróth Gáspár megjegyezte, a program nagyon komoly kutatás-fejlesztési projekteket hoz magával a térségbe, például az elektronikavezérlés, a rádiótechnika, az úrkommunikációs és átjátszó képességek tekintetében. Már két-három másik cég is jelezte szándékát, hogy a radarberuházás miatt ezt valószínűleg ezt a helyszínt választják majd saját beruházásaik megvalósítására is.

A kormánybiztos elmondta, az új hazai radarrendszer gyártási helyszínére vonatkozó tervezési munka elkezdődött, a jelenleg a nyírteleki

telephely épületeinek és képességeinek felmérése zajlik, hamarosan összeáll az az üzleti modell is, amellyel meg lehet valósítani ezt a beruházást.

A Rheinmetall Canada honlapján az olvasható, hogy a társaság 2020 decemberében írta alá a Magyar Honvédséggel a fejlett, 3D-s radarrendszerek szállítására vonatkozó szerződést. A cég akkori közleményében az áll, hogy az új légvédelmi rendszereket a kanadai társaság partnere, az ELTA Systems Ltd. gyártja, a szállítás a tervek szerint 2022 végén kezdődik és 2027 végéig tart.

(MTI 2021. február 5., péntek 18:25)

### **Útnak indultak a Gidránok**

Megkezdődött a Magyar Honvédség tíz páncélozott harcjárművének átcsoportosítása az MH Anyagellátó Raktárbázis fővárosi telephelyéről Tatára, az MH 25. Klapka György Lövészdandár laktanyájába, február 8-án, hétfőn, a késő esti órákban.

A Magyar Honvédség hamarosan szolgálatba álló, török gyártású járműveit két szakaszban – az MH Katonai Rendészeti Központ felvezetésével - szállítják át Tatára a dandár katonái. Az első öt páncélozott harcjárműből álló konvoj éjfél után gördült be szolgálati helyére, az MH 25. Klapka György Lövészdandár laktanyájába.



A támogató feladatokat ellátó, Ejder Yalcin típusú páncélozott harcjárművekből 2019-ben rendelt tíz darabot a Magyar Honvédség a török gyártótól. A magyar Gidrán névvel ellátott járműveket - megérkezésük után - a HM ArmCom Kommunikációtechnikai Zrt. szakemberei korszerű híradástechnikai eszközökkel szerelték fel.

A tizenhat tonnás Gidránok mellett, hogy nagyfokú védelmet nyújtanak személyzetük és a szállított katonák számára, azokkal a technikai berendezésekkel is rendelkeznek, amelyek elengedhetetlen részei a modern haderőnek.

(Forrás: honvedelem.hu, szöveg: Ördög Kovács Márton, fotó: Kis-martoni Máttyás 2021. február 9.)

### **Együttműködés a katonai és civil logisztika között**

Két Leopard 2A4HU harckocsitorony érkezett Németországból február elején, a tatabányai Klapka György laktanyába.



A Honvédelmi Minisztérium és a Krauss-Maffei Wegmann (KMW) német harcjárműgyártó vállalat között 2018-ban aláírt szerződés a páncélos technikák (harckocsik, önjáró lövegek) beszerzésén túl – többek között – logisztikai csomag biztosítását is tartalmazza. Ennek keretében érkezett két darab Leopard 2A4 harckocsitorony Tatabányára, az MH 25. Klapka György Lövészdandár laktanyájába. Németországból civil szállítványozó cég szállította a helyszínre a készleteket, amelyeket a dandár Logisztikai Zászlóaljának katonái és a KMW munkatársai

együtt fogadtak, valamint készítették elő a további anyagmozgatási műveletekre.

A 120 milliméteres forgatható ágyút tartalmazó, egyenként tizenhét tonnás tornyokat a tatai alakulat multifunkciós karbantartó sátrában, gerendás daru segítségével emelték át a kamionokról a szállítókocsira, ezután pedig elhelyezték azokat a kijelölt tárolóhelyükön.

A harckocsitornyokat a KMW és a Logisztikai Zászlóalj harcjárműjavító szakállománya a magyar Leopárdok karbantartására fogja felhasználni. Egy esetleges toronymeghibásodás esetén a csere lehetővé teszi, hogy a harckocsi azonnal visszatérhessen a feladatához, a javításra fordított idő tehát nem a harckocsi egészét, hanem csak a tornyot érinti majd. A fent említett szerződés értelmében a közeljövőben további két torony érkezik, azaz összesen négy Leopard 2A4 tartalék harckocsitorony biztosítja majd, hogy a magyar páncélosok hadrafoghatósága folyamatos legyen.

(Forrás: honvédelem.hu, szöveg: Földházi Enikő százados, fotó: a szerző felvételei)