

A múlt, a jelen és a jövő fegyverei

# HADITECHNIKA

2022/1

LVI. évfolyam 1. szám

Ára 520 Ft

Fegyverállvánnyal  
és ködgránátvetővel  
felszerelt  
TheMIS UGV



PzH 2000 posztermelléklettel!



## A MAGYAR HONVÉDSÉG MŰSZAKI-TUDOMÁNYOS ÉS ISMERETTERJESZTŐ FOLYÓIRATA

2022/1. szám.  
LVI. évfolyam

### Tulajdonos:

Bozó Tibor vezérőrnagy

### A szerkesztőbizottság elnöke:

Dr. Porkoláb Imre ezredes  
(MCC Vezetőképző Akadémia, igazgató)

### A szerkesztőbizottság alelnöke:

Bárány Zoltán Gábor ezredes  
(MH TP parancsnokhelyettes)

### Főszerkesztő:

Prof. dr. Padányi József vezérőrnagy DSc.  
(NKE HHK KMDI iskolavezető)

### A szerkesztőbizottság tagjai:

Benkó Imre  
(HM CURRUS ZRt. és HM ARCOM ZRt.)  
Dr. Both Előd  
(Magyar Asztronautikai Társaság)  
Dr. habil. Gyarmati József ezredes (NKE HHK)  
Prof. dr. Haig Zsolt ezredes (NKE HHK KMDI)  
Dr. Hajdú Ferenc ezredes (MH MI)  
Kaposvári László vezérőrnagy (MHP LGCSF)  
Prof. dr. Kiss Péter  
(Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem)  
Prof. dr. Kovács László dandártábornok  
(MHP HSZ [kibevédelmi])  
Dr. Koller József dandártábornok (MH 86. SZHB)  
Könczöl Ferenc ezredes (MH 12. ALRE)  
Lengyel Csaba ezredes  
(MHP HSZ [szárazföld])  
Magyar Ferenc (ITM)  
Dr. Németh András alezredes (NKE HHK)  
Prof. dr. Rohács József CSc. (BME)  
Solymosi Ferenc ezredes (MH TTP)  
Szakácsi István alezredes  
(MHP HSZ [logisztika])  
Dr. Trembeczki László András (HM EI ZRt.)

### Lektori bizottság elnöke:

Dr. Keszthelyi Gyula ny. dandártábornok (MKLE)

### Felelős szerkesztő:

Végvári Zsolt alezredes (MH MI, MHTT, TÚK, MEE)

### Szerkesztő:

Rojkó Annamária tanácsos  
(MH TP, MŰOSZ, TÚK)

### Katonai szerkesztő:

Druzsán József őrnagy  
(MH TP, MHTT, TÚK, MKLE)

### Úrtechnika rovatvezető:

Dürr János Béla MSc (MH MI, TÚK)

### Szerkesztőségi munkatársak:

Rózsáné Drahos Gabriella  
Szabó András  
Dari Nikolett  
(DOI, Facebook adminisztrátor)

Kiadja

a Honvédelmi Minisztérium Zrínyi Térképzési  
és Kommunikációs Szolgáltató Közhasznú  
Nonprofit Kft.

Székhely: 1087 Budapest, Kerepesi út 29/B

Telephely: 1024 Budapest,

Szilágyi Erzsébet fasor 7-9.

Postacím: 1276 Budapest 22, Pf. 85

Telefon: 336-2030, Fax: 336-2035

## FÓKUSZBAN

Dr. Németh András – Virágh  
Krisztián: Mesterséges  
intelligencia és haderő –  
A mesterséges intelligencia  
fejlődéstörténete I. rész 17



Vincze Gyula: Az MQ-9-es harci  
drón különleges képességei 32



Prof. dr. Kiss Péter – Kiss Botond  
Levente – Böröczky András:  
A terepi járműmozgást  
befolyásoló tényezők II. rész 56



Dr. Kovács Csaba: Egy elfelejtett  
magyar ejtőernyő, a ZF-2 68



## TANULMÁNYOK

Prof. dr. Molnár András:  
Adatfúziós távérzékelési  
eljárások kis méretű pilóta  
nélküli légi járművek  
alkalmazásával 2

Dr. Földi Ferenc – Lőrincz János  
– Vígh János: A 84 mm-es  
Carl-Gustaf HSN többcélú  
fegyverrendszer II. rész 9

Dr. Gulyás Attila: Ötödik  
generációs vezetékes, és  
vezeték nélküli hálózatok  
egyes modulációs  
megoldásai I. rész 23

## NEMZETKÖZI HADITECHNIKAI SZEMLE

Ocskay István: Az iMUGS  
PESCO program folytatása  
Rigában 28

Dr. Kovács Tünde Anna –  
Dr. Nyikes Zoltán: Kinetikus  
és kibereszközök a kritikus  
infrastruktúra védelmében 36

Harald Poecher: Defence  
Market Trends in the 21<sup>st</sup>  
Century and Opportunities  
for the European Defence  
Sector 37

## ÚRTECHNIKA

Horváth Attila: Nanoműholdak  
alkalmazhatósága védelmi  
és biztonsági célú  
űrműveletekben II. rész 42

## HAZAI TÜKÖR

Ott István Dániel: Konténerek  
katonai alkalmazásának  
új lehetőségei I. rész 50

Dóczi István – Szilák Zsolt: Új  
képeséget kapott a Magyar  
Honvédség 60

## HADITECHNIKA-TÖRTÉNET

Sőregi Zoltán: Kerékpáros  
csapatok az Osztrák–Magyar  
Monarchia közös alakulatainak  
kötelékében II. rész 64

Czirók Zoltán: A pöttankos  
haditengerészeti vadászgépek  
rejtélyei 72

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

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

A **Haditechnika** kéthavonként nyomtatásban megjelenő folyóirat.

**A szerkesztőség postacíme:**

Budapest, 1885 Pf.: 25. ■ Telefon: 224-8306 ■ [haditechnika@hm.gov.hu](mailto:haditechnika@hm.gov.hu).

<https://haditechnika.hu>; <https://www.facebook.com/HTFolyoirat/>

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



1. ábra. A 3D-s modellek előállításához alkalmazott SUAV-t különféle mérőmodulokkal szerelték föl (Fotó: Molnár András)

Prof. dr. Molnár András\*

# Adatfúziós távérzékelési eljárások kis méretű pilóta nélküli légi járművek alkalmazásával

## BEVEZETÉS

Hagyományos mérési módszerekkel komplex összefüggések nem, vagy csak nagyon nehezen mutathatók ki különböző mérési sorozatok vagy adatok között. A modern

robotrepülőgépes távérzékelés jó lehetőséget biztosít számos mérés egyazon időtartományban történő elvégzésére és rögzítésére. [1] [2] [3] [4] Amennyiben a mérési adatok rögzítése során biztosítani lehet az adatkapcsolatot az egyes mérések között, úgy a független mérési sorok ké-

**ÖSSZEFOGLALÁS:** Azonos időben történő, látszólag független adatok rögzítése során létrehozhatók idő szerint összekapcsolt adatstruktúrák, amelyeket „n” dimenziós adathalmaznak is tekinthetjük. A halmaz egyes elemei között ismert a kapcsolat, így lehetőség nyílik tetszőleges adatcsoportok egymás függvényében történő kiértékelésére, elemzésére. A kis méretű pilóta nélküli légi járművekkel vagy – angol terminológia szerint SUAV-kkel (Small Unmanned Air Vehicle) – végzett távérzékelés során gyűjtött mérési adatok ilyen értelmű tárolása és feldolgozása különösen előnyös, mivel lehetőséget biztosít komplex összefüggések feltárására vagy a hagyományos mérési és feldolgozási eljárásokhoz képest érzékenyebb, szelektívebb változások kimutatására. A módszer jól alkalmazható hagyományos, egydimenziós adatsorok összekapcsolására, de ugyanilyen eredményes akár több detektorral készített, egymástól független, de egymáshoz kapcsolt képi adatok esetén is. Természetesen kombinált adatstruktúrák esetén is jó eredmények érhetők el például képi információkhoz kapcsolt egydimenziós adatokkal. Hasonlóan érdemi információk nyerhetők ki rendkívül zajos egydimenziós mérési eredményekhez kapcsolt kétdimenziós helyadatok komplex elemzése során.

**KULCSSZAVAK:** többdimenziós adatstruktúra, adatfúzió, többdimenziós adatelemzés, SUAV, távérzékelés

**ABSTRACT:** By capturing concurrent, seemingly independent data, time-linked data structures can be created. These linked data structures can also be considered as “n”-dimensional data sets. The relationship between the individual elements of the set is known, so it becomes possible to evaluate and analyze arbitrary data groups in a mutually dependent way. Storing and processing measurement data collected in this sense during remote sensing with drones is particularly advantageous, as it provides an opportunity to explore complex connections or to detect more sensitive, selective changes compared to conventional measurement and processing methods. The method is well-suited for the interconnection of conventional, one-dimensional data sets, but is equally effective even for independent but interconnected image data created using multiple detectors. Naturally, in the case of combined data structures, good results can be achieved too, for example, with one-dimensional data linked to image information. Equally meaningful information can be obtained in the complex analysis of two-dimensional spatial data linked with extremely noisy one-dimensional measurement results.

**KEY WORDS:** multidimensional data structure, diffusion, multidimensional data analysis, remote sensing using drones

\* Óbudai Egyetem, Neumann János Informatikai Kar. ORCID: 0000-0003-4330-6547

sőbbi analízisekor ezen kapcsolatok felhasználhatók. Ilyen lehet például egy hőmérő szenzor adatsora, amelyet a repülés során rögzített a rendszer. Ez az adatsor csupán annyi információt tartalmaz, hogy az időben egymást követő hőmérsékletértékek miként változtak (emelkedett, csökkent vagy éppen állandó volt a hőmérséklet) vagy mekkora volt a maximum-/minimumérték. Ugyanakkor, ha a repülés során a magassági adatokat is rögzítették oly módon, hogy minden mért hőmérsékletértékhez rögzítették a mérés pillanatában a magasság- (vagy fordítva, minden mért magassághoz a mérés pillanatába rögzítették a hőmérséklet-) adatot is, akkor lehetőség van például a hőmérsékleti adatok elemzése során az értékek magasság függvényében történő vizsgálatára. Ez esetben beszélhetünk 2 dimenziós adatstruktúráról.

Mivel a robotrepülőgépek alapvetően rendelkeznek helymeghatározó rendszerekkel (GPS), kézenfekvő a mérési adatokhoz ezen rendszerek adatait is hozzákapcsolni. Ha csak a repülési nyomvonalat kívánjuk térben rekonstruálni, akkor is már 3 dimenziós adatstruktúráról beszélünk (földrajzi szélesség, földrajzi hosszúság és magasság). Amennyiben az ábrázolás során a magassági adatokat lecseréljük például hőmérsékleti adatokra, akkor a hőmérséklet területi változásairól kaphatunk információt (feltételezve, hogy a mérések azonos magasságban történtek).

A fentiek analógiáját követve létrehozható egy olyan „n” dimenziós adatstruktúra, amely az egyes adatok közötti összefüggések vizsgálatára alkalmas. Ebben az adatstruktúrában a dimenziószám („n”) megfelel az egyes mért jellemzők számának, amelyek mindegyike a hozzá tartozó adatsorokat tartalmazza. Ilyenek például a már említett hőmérséklet, a magasság, a légnyomás, a páratartalom vagy bármely más mérhető adatsor. A dimenziószám tehát a mért jellemzők számától függ.

A többdimenziós adatelemzés új összefüggések feltárására vagy már ismert összefüggések alapján szelektív adatvizsgálatra nyújt lehetőséget. Ilyen lehet például a magasság függvényében értékelt hőmérséklet-változás, amely segítségével jól látható módon lehet az inverziós réteg aktuális határait meghatározni, vagy a háttérsugárzás zajába vesző sugárforrás lokalizációja a sugárzás – terület függvényében történő elemzésével és ábrázolásával.

## DETEKTOROK

A kis méretű pilóta nélküli légi járművel végrehajtott távérzékeléshez felhasználható szenzorok sora szinte végtelen. A szenzoroknak meg kell felelniük néhány alapkövetelménynek:

- a szenzornak kompakt kivitelűnek kell lennie. Ez azt jelenti, hogy a szenzor nem igényelhet bonyolult és főleg nagy méretű kiszolgáló rendszert (például referencia gázt biztosító gázpalackot vagy nagy méretű termosztátot stb.);
- alacsony energiafogyasztásúnak kell lennie, mivel a rendelkezésre álló energia erősen korlátozott;

- kis tömeggel kell rendelkeznie, mivel a hordozóeszközök erősen korlátozott tömegű hasznos terhet képesek szállítani;
- nagy érzékenység mellett gyors reakcióidejűnek kell lennie, hogy a repülőeszköz sebessége ne korlátozza a pontos mérési hely meghatározását.

A fenti feltételeknek megfelelő szenzort nagyon sok gyártó kínál, így nemcsak ember vezette repülőgépekhez [5], hanem SUAV-khoz is viszonylag egyszerűen készíthető speciális mérőegység. [6] Az 1. és a 2. ábrákon látható eszközöket különféle mérőmodulokkal szerelték fel. A tanulmányban bemutatott mérések mindegyike az ábrákon látható eszközök egyikével készült.

## INFRAVÖRÖS ORTOFOTÓK ÉS 3D-S MODELLEK ELŐÁLLÍTÁSÁHOZ SZÜKSÉGES FELDOLGOZÁSI ELJÁRÁSOK

Az eljárás alapja az, hogy kihasználjuk az RGB<sup>1</sup> (Red-Green-Blue – vörös-zöld-kék) és az IR (Infrared – infravörös) képek kapcsolatát. A fotogrammetriai eljárást az RGB képen végezzük el, de az eljárás során kiszámított transzformációkat az IR képen is végrehajtjuk. Ez akkor lehetséges, ha a két kép egybevágó, azaz ugyanazt a területet tartalmazza ugyanabból a nézőpontból, azonos geometriai torzítással.

Mivel az RGB és az IR képek egybevágósága nem biztosított, az eljárás első eleme ennek létrehozása. Tekintettel arra, hogy az alkalmazott rendszerben az IR kép kisebb területet tartalmaz, mint az RGB kép, azaz az IR kép tartalma részalmozza az RGB képet, az egybevágósági transzformációkat az IR kép paraméterein alapján kell elvégezni. Az eljárás további feltétele, hogy a két kamera egymáshoz rögzített, azaz a képek geometriai eltérései állandóak. További feltétel, hogy a képpárok azonos időpillanatban készüljenek. Az eljárás során nem képi tartalom, hanem előzetes mérések során meghatározott értékek szerinti nagyításokat, illetve eltolásokat kell végrehajtani az IR képen majd hasonló módon előre meghatározott csomópontokat kell elvégezni az RGB képen. A műveletek végzetével létrejönnek pixel méretben és tartalomban is megegyező RGB-IR képpárok. Az IR képen további konverziót kell végrehajtani. Az eredeti IR kép 14 bites, amelyet a konverzió során 8 bitesre kell konvertálni. Ez az átalakítás adatvesztéssel jár. Amennyiben elegendő a relatív hőmérsékleti viszonyok szemléltetése az ortofotón vagy a 3D-s modellen, akkor ez az adatvesztés nem okoz lényegi hibát. Természetesen a radiometriai adatok is elvesznek, ami azt jelenti, hogy a feldolgozott végeredményen hőmérsékletmérésre nem lesz lehetőség. Amennyiben az eredmények kiértékelése során szükséges a radiometriai adatok megőrzése, úgy lehetőség van a 14 bites hőkép 24 bitre történő kiegészítésére. A bemutatott eljárásban a hőképek 8 bites konverziója valósul meg.

Második lépésben az RGB kép szürkeárnyaltos konverziója történik meg úgy, hogy az RGB színes kép formátuma

2. ábra. A kísérletek során alkalmazott eszközök (Fotók: Molnár András)



megmarad. Ez azt jelenti, hogy a színes kép mindhárom színcsatornája azonos pixelinformációkat, azaz egymással egyenértékű szürkeárnyalatos képeket tartalmaz. Az így előállított szürke kép kék (B) színcsatornájának adatait le kell cserélni az előző lépésben már 8 bitesre konvertált IR kép adataira. Eredményül létrejön egy fuzionált kép, amelynek egyik színcsatornája (R) a szürke képet, a másik színcsatornája (B) a hőképet tartalmazza. A zöld színcsatorna adatai a továbbiakban nem kerülnek felhasználásra.

A speciálisan létrehozott, fuzionált kép alkalmas fotogrammetriai feldolgozásra. A kísérleteink során az Agisoft Photoscan szoftver segítségével elkészültek a fotogrammetriai feldolgozások, amelyek során IR ortofotók és IR 3D-modellek készültek. Az elkészült 3D-s modellek vagy ortofotók végül utófeldolgozással nyerték el a hőmérsékletfüggő, úgynevezett hamis színezést biztosító színpalettát.

Az utófeldolgozás során egy speciálisan erre a célra fejlesztett Matlab szoftverrel, a 3D-s modell esetén a textúráképeket, ortofotó esetén magát az ortofotót színeztük át. Ennek lényege, hogy a kék színcsatorna alapján (mivel ez tartalmazza az adott pixel hőmérsékleti információját) a kép teljes színe átíródik. Így létrejön egy mesterségesen színezett hőkép, ahol a pixel színe arányos az eredeti felület sugárzási hőmérsékletével. Az átszínező program – a jobb vizuális élmény biztosítása érdekében – lehetőséget nyújt a hőkép hisztogramjának<sup>2</sup> módosítására. A hisztogram módosításával élesebb kontraszt biztosítható, illetve a szem számára láthatóvá tehető a kismértékű hőmérsékletkülönbségek is. Igaz ugyan, hogy az utófeldolgozás ezen eleme többletinformációt nem szolgáltat, a kép azonban sokkal látványosabbá válik.

A vizuális élmény a már elkészült hőszínezésű modelleken (3D-s modell vagy ortofotó) élkimieléssel is fokozható. Az éleket a modelleken olyan színnel célszerű megjeleníteni, amely szín a hőképen nem szerepel. Ilyen lehet például az alkalmazott palettától függően a fekete vagy a fehér szín. A hőképen használt színektől jól elkülönülő, markáns kontúrral jobban értelmezhető végeredmény állítható elő.

### HŐKÉPES ORTOFOTÓ EGY MELEG VÍZŰ FORRÁS KÖRNYÉKÉN

Dunaalmás határán található egy természetes hőforrás. A föld mélyéről 32 °C-os víz tör elő, amely a forrástól nem messze, a Dunába folyik. A forrás területéről 1200 (RGB és IR) képpár készült. Ezen képek segítségével készült el a 3. a) ábrán látható 1,5 cm/pixel terepi felbontású IR ortofotó. Jól látható a kép legvilágosabb területe, ahol a forrás 32 °C-os vize a felszínre tör. Innen, a képen jobb oldali irányba folyik el a meleg forrásvíz. A meleg vízű patak nyomvonala kissé hidegebbnek látszik az ortofotón, de a valóságban a fényképezett szakaszon a víz nem hűl ki. A patak felszínén vízínövények szaporodtak el, és ezek

„árnyékolják” a felszíni hősugárzást. A felvétel készítése idején a levegő hőmérséklete 1 °C volt.

A 3. b) ábrán látható a forrás területének színes (RGB) ortofotója. A képen jól látható a forrás, és attól gáttal elválasztott eredeti patak. Az emberi szem számára természetes színes képen nincs különbség a két vízfelület között, de összehasonlítva az RGB és az IR ortofotót, azonnal markánsan elkülönül a két vízfelület.

### HŐKÉPES 3D-S MODELL ÉPÜLETEKRŐL

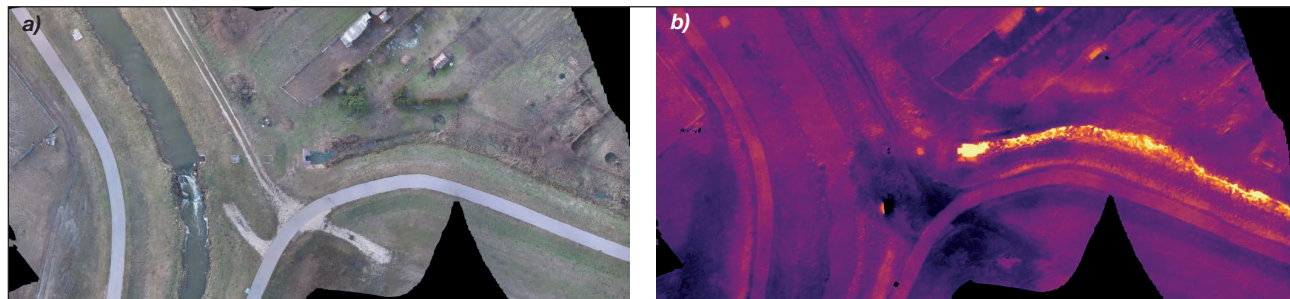
Az ismertetett hőképes fotogrammetriai eljárás nemcsak sík vetületek, hanem 3D-s modellek készítésére is alkalmas. A 4. ábra egy lakóház 3D-s IR modelljét szemlélteti. A modell elkészítéséhez 1266 képpár készült a házról, minden irányból. Az átfedő képekből a már ismertetett eljárással készült 3D-s modell. A felvételek készítése idején ugyan fagypont körüli volt a hőmérséklet (0 °C), de napsütéses idő volt. A napsütés hatására a házfalak felmelegedtek. Ez az oka annak, hogy a fűtött épület ablakai hidegebbek, mint az amúgy hőszigetelt ház fala. Noha a külső besugárzás hatása legjobban éjszaka zárható ki, az eljárás nappali megvilágítást igényel a hagyományos színes kép készítése miatt. Amennyiben a felvételkészítés célja az épület vagy egy objektum saját hő kibocsátásának feltérképezése, úgy a felvételeket borult időben, úgynevezett dif-fúz fénynél érdemes készíteni.

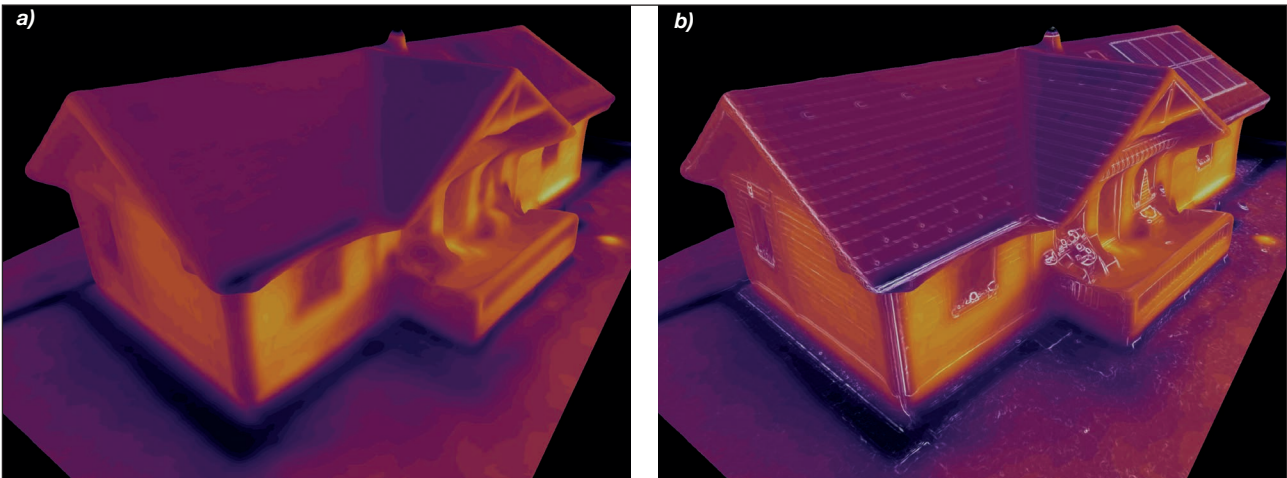
A Matlab alkalmazásban implementált Fuzzy élkimielés [7] az utófeldolgozás során jelentős minőségjavulást eredményezett a 3D-modelleken. (Mivel az utófeldolgozásokat Matlab környezetben végeztük – többek között a már előzőekben bemutatott színpaletta beállítását – kézenfekvő volt, hogy szükség esetén további korrekciókat is ebben a programkörnyezetben végezzünk. Több élkimielő eljárás ismert, amelyek közül a kísérleteink során a Fuzzy alapon megvalósított technológia adta a legjobb eredményt.) Ez a minőségjavulás – különösen az alacsony felbontású 3D-s modellek esetén – olyan hatást kelt, mintha a felvételek eredetileg is 300×200 vagy még nagyobb natív felbontású hőkamerával készültek volna.

### HŐKÉPES 3D-S MODELL FÖLD ALATT IZZÓ GYÖKEREKET BORÍTÓ FÖLDHALOMRÓL

Egy terület cserjéktől történő megtisztítását követően, a földből kiforgatott gyökerek égetése során a tüzet az égő gyökereket földdel betakarva oltották el. A keletkezett földhalom azonban még hónapokig füstölt, amit a föld alatt található gyökerek izzása eredményezett. Noha azok eloltására több alkalommal vizes oltási kísérlet történt, a halom időről időre újra füstölni kezdett. Mivel a vízzel történő ol-

3. ábra. A dunaalmási 32 °C-os hőforrás RGB- a) és IR ortofotója b) (Fotók: Molnár András)





4. ábra. Egy lakóház IR 3D-s modellje a) és ugyanaz a modell élkiemeléssel b) (Fotók: Molnár András)

tást minden esetben a füstölgő területen végezték, valószínűsíthető volt, hogy a föld alatti izzás lényegesen nagyobb területen zajlik. A füst csupán azon a részen jelent meg, ahol a keletkező gázok a föld repedésein keresztül utat találtak a felszínre. A föld alatti izzás megszüntetéséhez több megoldás is kínálkozott. Földmunkagéppel részben meg lehetett volna nyitni a földhalmot, és annak szétterítésével eloltható lett volna a még izzó gyökérzet. Tartani lehetett attól azonban, hogy a földhalm megnyitásával friss levegő kerül az izzó gyökerekhez, amelynek következtében heves égés indul meg. Másik megoldás a vizes elárasztás, de nem lehetett pontosan tudni sem az izzó anyag mennyiségét, se annak pontos elhelyezkedését a föld alatt.

Az izzás mértékének megállapításához magától értetődő a hőkamera alkalmazása. A 5. a) ábrán jól látható a kérdéses földhalm, valamint az is érzékelhető, hogy a füst csak a földhalm egy kis részén tör elő. Ugyanakkor a területről FLIR<sup>3</sup> hőkamerával készített légifotó (5. b) ábra) már lényegesen nagyobb kiterjedésű izzásról tanúskodik. A kép készítésekor a környezeti hőmérséklet kissé fagypont felett (2 °C) volt. Látható, hogy a hőképen megjelölt 60 °C-os felszíni hőmérséklet a földhalm jelentős részére kiterjed, de kissé hidegebb, ugyanakkor a továbbra is aktív izzásra utaló magas felszíni hőmérséklet még nagyobb területen kimutatható. A hőképen az is megfigyelhető, hogy több

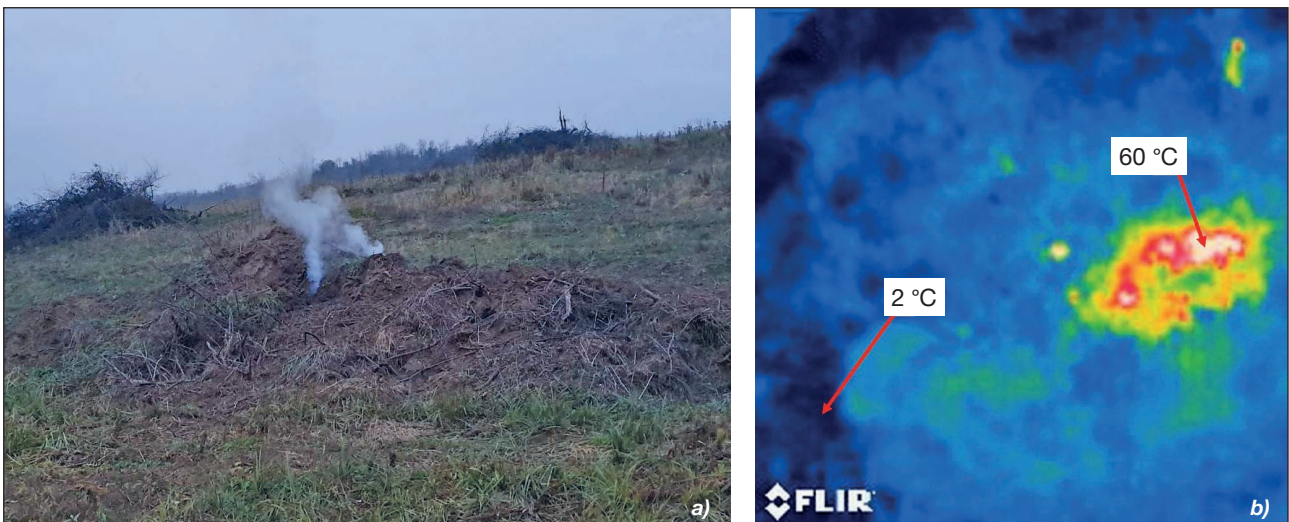
kisebb gócpontja van az izzó gyökereknek. Amennyiben nem csupán egyetlen felvétel készül a kérdéses területről, lehetőség nyílik a képek segítségével fotogrammetriai eljárással 3D-s modell készítésére is.

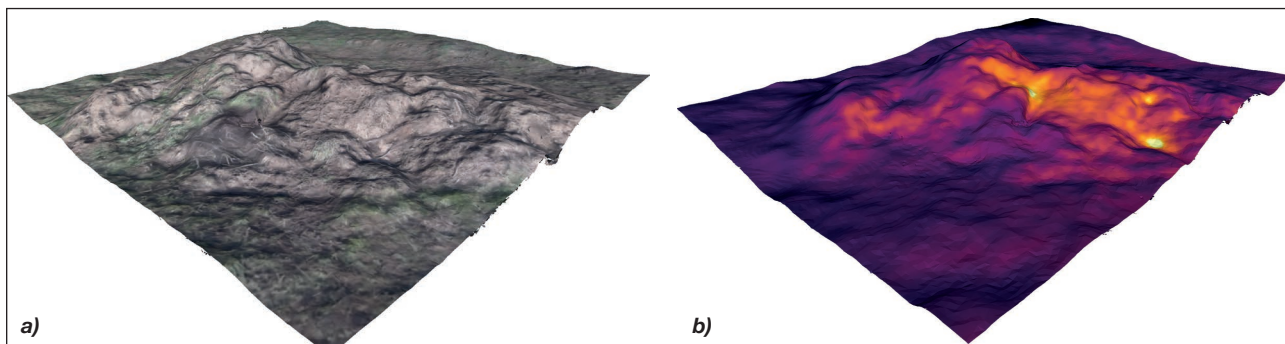
A terület felett FLIR Duo típusú kamerával felszerelt DJI Phantom II multikopter két felszállás során 1028 db képpárt készített különböző irányokból. Az ismertetett adatfűzési eljárással elkészült az izzó gyökereket takaró földhalm 3D-s modellje. A látható tartományú (RGB) képek alapján készült modell a 6. a) ábra képe, a modell hőképes fűzési eredményét pedig a 6. b) ábra szemlélteti. Jól megfigyelhető, hogy az egyszerű hőképes légi felvétel (5. b) ábra) információtartalma a 3D-s modellen is megjelenik, de a térbeli ábrázolás további segítséget nyújt a föld alatti izzó struktúra megismeréséhez.

Természetesen a 3D-s modell tetszőleges irányból (nézőpontból) megtekinthető, így a vizsgált struktúra jól elemezhető. Mivel a két modell (RGB és IR) csupán a textúrájukban térnek el egymástól, az IR modellen látható izzó gócpontok egyszerűen megfeleltethetők az RGB modellel, amely segítségével a valóságos terepen már igen könnyen meghatározhatók a kérdéses területrészek.

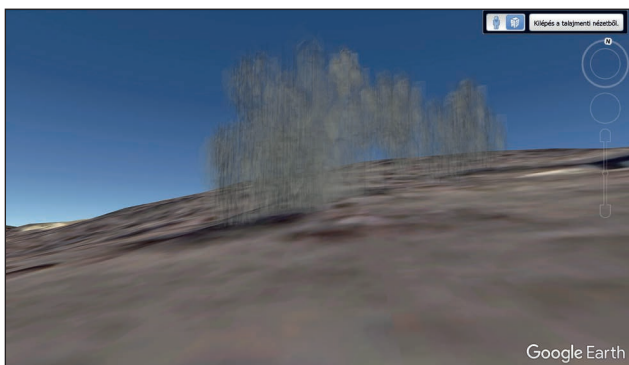
Mivel az izzás levegőtől elzártan történik, a kiszabaduló füst a tökéletlen égés égésterméke, amely jelentős mennyiségű CO (szén-monoxid) gázt tartalmaz. A CO gáz szabad

5. ábra. Földdel eltakart izzó gyökerek hagyományos a) és hőkamerás légi fotója b) (Fotók: Molnár András)





6. ábra. Földdel eltakart izzó gyökerek 3D-s modellje (balra) és IR 3D-s modellje (jobbra) (Fotók: Molnár András)



7. ábra. Izzó növényzet által kibocsátott CO<sub>2</sub> gáz eloszlásának 3D-s modellje (Készítette a szerző saját mérési adatai alapján)

szemmel nem látható, fajsúlya közel megegyezik a levegőével, így a felszínen a légáramlatokkal mozog, azaz szignifikánsan nem ülepszik és nem illan el. Megfelelő érzékelőkkel jól detektálható, elektrokémiai vagy atomabszorpciós szenzorral kimutatható. Ilyen szenzorokkal felszerelt multikopter képes a vizsgált légtérben akár több magasságban is pásztázó repüléssel adatokat gyűjteni. A mérési adatokhoz hozzárendelve azok térbeli koordinátáit, 3D-s modell készíthető a szintelen gáz területi eloszlásáról. A vizsgált területen egy ilyen mérés eredményét szemlélteti az 7. ábra.

Mivel a 3D-s modell létrehozásához minden mérési pont GPS-koordinátája rendelkezésre áll, az elkészült modellt akár a Google Earth világképeire is ráilleszthető. Az illesztés természetesen a valós helyszínhez történik, így a

mérgező gáz terjedése a valóságos környezet viszonyában vizsgálható.

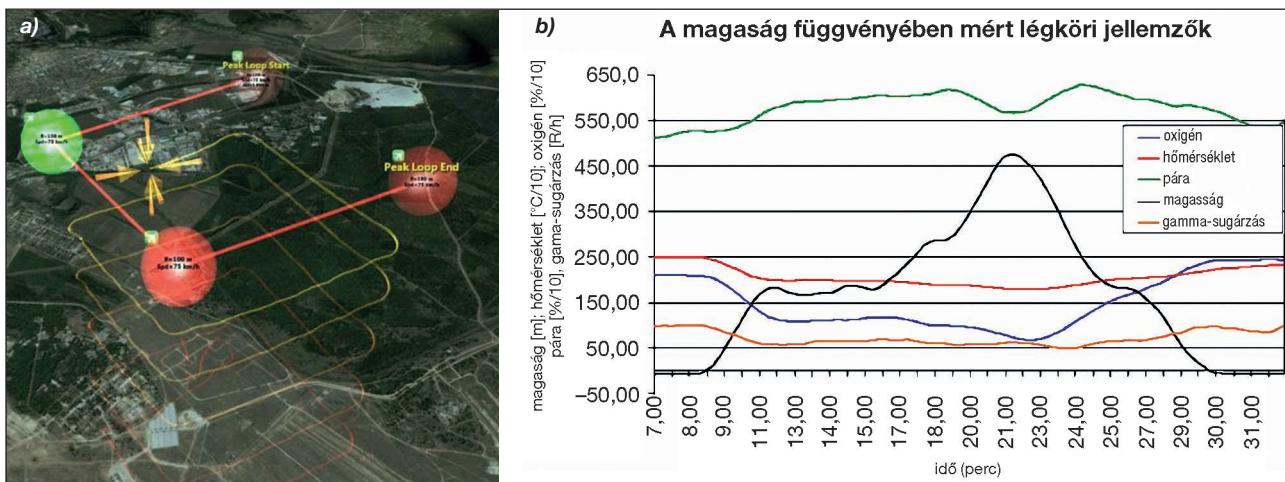
### A LEVEGŐBE KERÜLT VESZÉLYES ANYAGOK TÉRBELI ELOSZLÁSÁNAK KIMUTATÁSA

Felhasználva a már ismertetett eljárást, létrehozható olyan SUAV-kon alkalmazható detektorrendszer, amely segítségével a légköri szennyezők térbeli és akár időbeli eloszlása is megfigyelhetővé válik.

A 8. ábra egy merev szárnyú pilóta nélküli repülőgépre szerelt gázérezékelő modul repülés során rögzített adatait szemlélteti. A 8. a) ábra a repülés 3D-s nyomvonalát ábrázolja. Az elektromos meghajtású repülőgép egy virtuális „kéményben” emelkedett a starthelytől mérten 500 m magasságba, majd azonos nyomvonalon siklórepüléssel tért vissza. A mérőegység a különféle szenzorok adatait a teljes repülési idő alatt rögzítette. Ezen adatokat az idő függvényében a 8. b) ábra diagramja szemlélteti. A kísérlet célja az volt, hogy ismert légköri jellemzőket mérjünk és megvizsgáljuk, hogy a kapott eredmények mennyire igazolják az elméleti modelleket. Jól megfigyelhető például az O<sub>2</sub> mennyiségének csökkenése a magasság függvényében.

Hasonló méréseket – viszonylag egyszerűen és alacsony költséggel – függőlegesen emelkedni és süllyedni képes repülőeszközök alkalmazásával is meg lehet valósítani. A multikopterek ideális hordozóeszközei lehetnek egy adott helyen magasságfüggő légköri adatokat gyűjtő szenzormodulok számára. Az elektromos hajtású multikopter

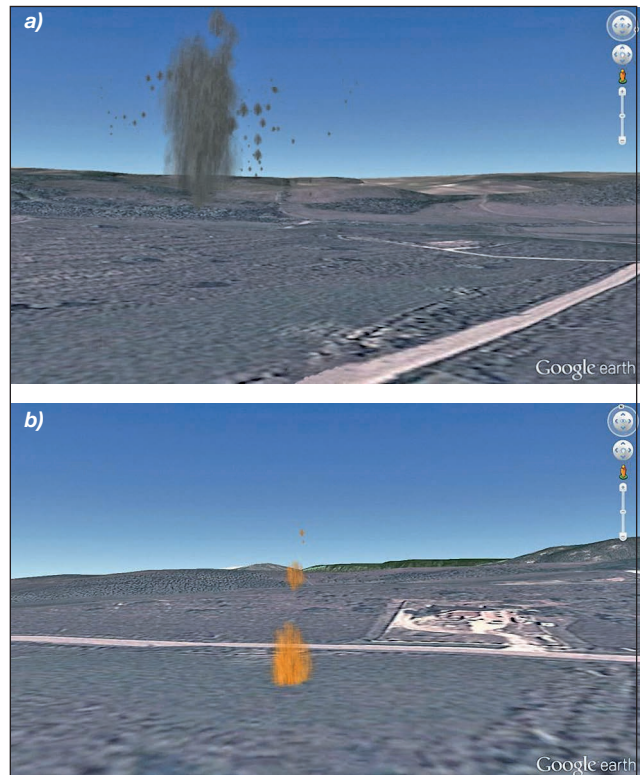
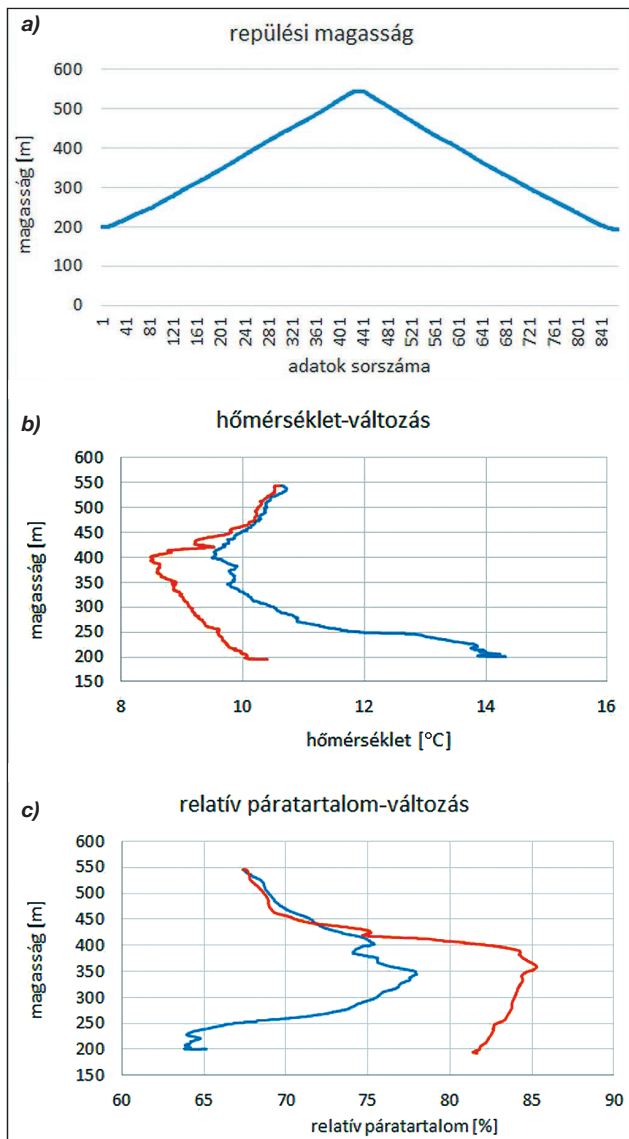
8. ábra. Légköri összetevők mérése 500 méteres emelkedés, majd süllyedés során, merev szárnyú repülőeszközzel Várpalota térségében (Készítette a szerző saját mérési adatai alapján)





lényegében nem zavarja meg a mérést, mert nem rendelkezik zavaró égéstermékkel és számottevő hőszennyezéssel sem. A drónok további előnye a ballonokkal szemben, hogy nem sodródnak el, alkalmazásukkal a mérést a kijelölt pont felett lehet elvégezni. A 9. ábrán egy kísérleti mérés eredménye látható. A DJI Mavic multikopterre erősített modul hőmérséklet-, páratartalom-, szén-monoxid- és  $\text{CO}_2$ -mérő szenzorokat tartalmazott. A mérési adatokhoz az adatgyűjtő elektronika folyamatosan hozzárendelte a mérés időpontját és az adott időponthoz tartozó GPS-koordinátákat is. A DJI Mavic akkumulátora egyenletes, de kellően lassú emelkedés ( $\sim 0,9$  m/s) és hasonló sebességű süllyedés mellett (9. a) diagram) 350 m starthely feletti magasság elérését tette lehetővé. A viszonylag lassú emelkedést az alkalmazott szenzorok sebessége indokolta. Gyorsabb szenzorok esetén, vagy előre meghatározott magasságban történő méréskor a 350 m-es magasság növelhető, de figyelembe kell venni az eszköz maximális süllyedési sebességét is, amely a DJI Mavic esetében  $-5$  m/s. Az ettől nagyobb intenzitású függőleges süllyedés során a kialaku-

**9. ábra. Függőleges emelkedés során mért légköri jellemzők Mavic quadrokopterrel** (Készítette a szerző saját mérési adatok alapján)



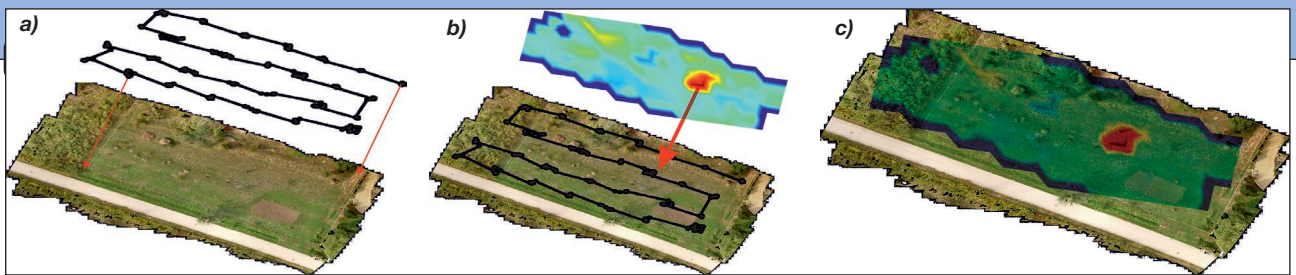
**10. ábra. Gázok terjedésének 3D-s kísérleti mérési eredményei. A felső ábra a szén-monoxid-, az alsó a nitrogén-monoxid-gáz terjedésének 3D-s rekonstrukciója** (Készítette a szerző saját mérési adatok alapján)

ló örvénygyűrű a repülőeszköz veszélyes instabilitását okozza. Ennek hatása a multikopter merülés közben történő előre haladásával csökkenthető, de lényegesen az  $-5$  m/s merülési sebességet így sem lehet meghaladni.

A 9. b) diagram a kísérlet alatt mért hőmérsékleti adatokat szemlélteti. Jól látható, hogy a starthely (tengerszint feletti magassága 180 m) felett 200 méterrel a hőmérséklet-csökkenés megfordul, és tovább emelkedve növekvő tendenciát mutat. Hasonló változás figyelhető meg a 9. c) diagramon, amely a levegő relatív páratartalmának mérési eredményeit ábrázolja. A hőmérsékleti gradiens megváltozásának magasságában a levegő relatív páratartalma is csökkenni kezd, míg alatta egyenletesen növekedett. Valójában a mérési adatok alapján az első inverziós réteg alsó határának pillanatnyi magassága olvasható ki a diagramokból.

Amennyiben a mérési adatokat a mérés helyadataival fuzionáljuk, 3D-s gázeloszlási képet kaphatunk. Ennek feltétele, hogy a vizsgált területen több magasságban is végezzünk nagy lefedettségű méréseket. A célra hatékonyan alkalmazhatók a többrotoros robotrepülőgépek (multikopter), amelyek tévesen a drón megnevezéssel kerültek be a köztudatba. A multikopterek nagy előnye, hogy igen lassan is képesek haladni, vagy szükség esetén egy-egy mérési ponton akár függeszkedni is tudnak, így az a fedélzetükön alkalmazott szenzorok mérési sebességéhez a repülőeszközök sebessége jól illeszthető.

A 10. ábrán a légkörbe került szennyező gázok térbeli eloszlásának kísérleti eredményei láthatók. A 10. a) ábrán a területen mesterségesen elhelyezett szén-monoxid forrásból származó szennyezés, a 10. b) ábrán pedig egy nitrogén-monoxid forrás által létrehozott szennyezés terjedésének vizualizációja látható. Valós balesetek során a mérések



11. ábra. Gamma-sugárforrás detektálása quadrokopterrel és 3D-s terepmodell szintetizálása (Készítette a szerző saját mérési adatok alapján)

egységnyi időközönként ismételve és az eredmények akár animálva, idősorosan is megjeleníthetők. A képeken a gázok megjelenítése mesterséges, azaz a valóságban ezek a felhők nem voltak láthatók. A szén-monoxid szemmel nem látható, a nitrogén-monoxid pedig rendkívül alacsony koncentrációja miatt szintén láthatatlan volt.

### SZABAD TERÜLETI GAMMA-SUGÁRZÁS DÓZISELOSZLÁS VIZUALIZÁCIÓJA

Speciális adatfúziós eljárással vizualizálható egy terület radioaktív sugárzásának eloszlása. Amennyiben a hordozóra (drónra) felszerelt sugármérő adatait – a már megismert módon – a mérés helykoordinátaival együtt értelmezzük, elkészíthető a terület gamma-sugárzásával árnyos fedvény. A mérés során a quadrokopter átfedő fényképeket is készít a területről, amely a hagyományos fotogrammetriai eljárással feldolgozva ortofotót vagy 3D-s terepmodellt szolgáltat. Ezen adatok szintén összekapcsolhatók a mért sugárzás értékével és annak helykoordinátaival. Éppen ezért előállítható olyan ortofotó vagy akár 3D-s terepmodell, amely mesterséges színezéssel a felmért terület sugárzásának mértékéről informál. (11. ábra)

A sugárméréshez kellően könnyű, ugyanakkor nagy érzékenységgel rendelkező detektor vagy detektorrendszer szükséges, hogy az adott terület felett akár lassú de folyamatos repüléssel is értékelhető mérési eredményekhez lehessen jutni. A 11. ábrán látható mérést egy Mavic quadrokopterrel szerelt kis méretű szcintillációs detektorral sikerült elvégezni úgy, hogy a területre kis mennyiségű radioaktív ásvány – az Urán, Autunit nevű természetes előfordulása ( $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \times (10-12)\text{H}_2\text{O}$ ) – került kihelyezésre. A multikopter a terület felett pásztázó repülés során előre meghatározott mérési pontokon függeszkedett 10 másodpercig, majd tovább haladt a következő mérési ponthoz. A rögzített adatokat erre a célra készített Matlab szoftver segítségével dolgoztuk fel, és illesztettük rá a mérés során készített képekből előállított ortofotóra. A 39x24 m, azaz 936 m<sup>2</sup> nagyságú vizsgált terület felett 45 perc alatt 3 felzárással készült a felvétel.

### ÖSSZEFOGLALÁS

A bemutatott alkalmazások felhívják a figyelmet arra, hogy a kis méretű pilóta nélküli légi járművek felhasználásával igen széles körű és rendkívül hatékony távérzékelési rendszerek hozhatók létre. Alkalmazásuk vagyoni- és emberi védelem területén egyaránt lehetséges. Az alkalmazott szenzorok fajtájától függően hatékony megfigyelő, monitorozó rendszer alakítható ki akár megelőzési, akár katasztrófaelhárítási feladatok ellátása során.

### HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Martin, Peter G., Dean T. Connor, Natalia Estrada, Adel El-Turke, David Megson-Smith, Chris P. Jones,

David K. Kremer, és Thomas B. Scott. „Radiological Identification of Near-Surface Mineralogical Deposits Using Low-Altitude Unmanned Aerial Vehicle”. *Remote Sensing* 12, sz. 21 (2020. október 30.): 3562. <https://doi.org/10.3390/rs12213562>;

- [2] Sato, Yuki, Shingo Ozawa, Yuta Terasaka, Masaaki Kaburagi, Yuta Tanifuji, Kuniaki Kawabata, Hiroko Nakamura Miyamura, Ryo Izumi, Toshikazu Suzuki, és Tatsuo Torii. „Remote Radiation Imaging System Using a Compact Gamma-Ray Imager Mounted on a Multicopter Drone”. *Journal of Nuclear Science and Technology* 55, sz. 1 (2018. január 2.): 90–96. <https://doi.org/10.1080/00223131.2017.1383211>;
- [3] Mochizuki, S., J. Kataoka, L. Tagawa, Y. Iwamoto, H. Okochi, N. Katsumi, S. Kinno, és mtsai. „First demonstration of aerial gamma-ray imaging using drone for prompt radiation survey in Fukushima”. *Journal of Instrumentation* 12, sz. 11 (2017. november 17.): P11014–P11014. <https://doi.org/10.1088/1748-0221/12/11/P11014>;
- [4] Hinterhofer, T., Pfennigbauer, M., Schraml, S., Hofstätter, M. „UAV based multi-sensor system with real-time data processing and downlink for survey of nuclear disaster locations for first-responder support” *Auvsi Xponential 2017*;
- [5] Zelenák J., Csurgai J., Halász L., Solymosi J., Vincze Á. „A légi sugárfelderítés képességei alkalmazhatóságának vizsgálata elveszett, vagy ellopott sugárforrások felkutatása, illetve szennyezett terepszakaszok felderítése során” *Hadmérnök*, 4. évf., 1. szám (2009);
- [6] Makkay, Imre, és Péter Willand. „Meteorológiai szenzorok alkalmazása a kisgépes repülésben”. *Repüléstudományi Közlemények* 32, sz. 3 (2020): 83–91. <https://doi.org/10.32560/rk.2020.3.7>;
- [7] „Fuzzy Logic Image Processing - MATLAB & Simulink”. <https://www.mathworks.com/help/fuzzy/fuzzy-logic-image-processing.html> (Letöltés: 2021.10.21.).

### JEGYZETEK

- 1 Az RGB színrendszerben a színek a három – más színből nem kikeverhető – alapszín, a vörös (red), a zöld (green), és a kék (blue) egymásra vetítésével állíthatók elő, ez tulajdonképpen az additív (összeadó) színkeverés. Az RGB-színteret elektronikai eszközök és a számítástechnika terén alkalmazzák. (A szerk.)
- 2 A hisztogram metrikusan skálázott tulajdonságok grafikus ábrázolása. Általánosabb matematikai értelemben a hisztogram egy  $m(i)$  függvény, amely az egyes diszjunkt osztályokba tartozó megfigyeléseket számolja. A hisztogram mint grafikon ennek egy ábrázolási módja. Hisztogramokat a képfeldolgozásban és a leíró statisztikában készítenek, ha a sűrűségfüggvényt, eloszlást szeretnék becsülni – nemcsak az eloszlás egyes paramétereit – vagy azt gyanítják, hogy több tényező hat egy folyamatra, és ezt bizonyítani is akarják, illetve ha értelmes specifikációs határokat akarnak megállapítani egy folyamatra. (A szerk.)
- 3 FLIR: Forward-looking infrared – előre tekintő infravörös kamera. Általában katonai és polgári repülőgépeken alkalmazott termográfiai kamera, amely érzékeli az infravörös sugárzást. (A szerk.)



Dr. Földi Ferenc\* – Lőrincz János\*\* – Vígh János\*\*\*

## A 84 mm-es Carl-Gustaf HSN többcélú fegyverrendszer **II. rész**

A szerzők, tanulmányuk első részében fegyverszakértői szemmel mutatták be olvasóinknak a Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretében a lövész kisalegységek számára beszerzett – a svéd SAAB által gyártott – hordozható, vállról indítható fegyverrendszert. A Carl-Gustaf M4 (CGM4) kiterjedt alkalmazása a lövészpusok széles skáláján alapul, ezért az irányzó és társa a célnak legmegfelelőbbet alkalmazhatják (ugyanabból a vetőcsőből), ennek köszönhetően a fegyver rendkívül sokfajta szerepkörben vehető be. A harcászati-műszaki jellemzők mellett az érdeklődők a vetőcsőtől a szállítóhevederig megismerhették a fegyverrendszer fő részeit. A tanulmány második része a tüzelés fogásaival, a karbantartással és a biztonságot szolgáló szerkezeti elemekkel foglalkozik, végül információk olvashatók a CGM4-rendszerrel kapcsolatos lőtéri tapasztalatokról is.

### A TÜZELÉS FOGÁSAI

A SAAB cég által biztosított kezelési utasítások [21, 22, 23, 24, 25] és azok magyar fordításai kellő részletességgel tartalmazták ezeket a feladatokat, illetve ezek végrehajtását.

A tüzelést a kezelők rendszerint tűzpárban végzik, hogy a löszerek gyors töltése és ürtése végrehajtható legyen.



15. ábra. Az irányzó és az irányzóhelyettes szabályos elhelyezkedése (Fotó: Birinyi József)

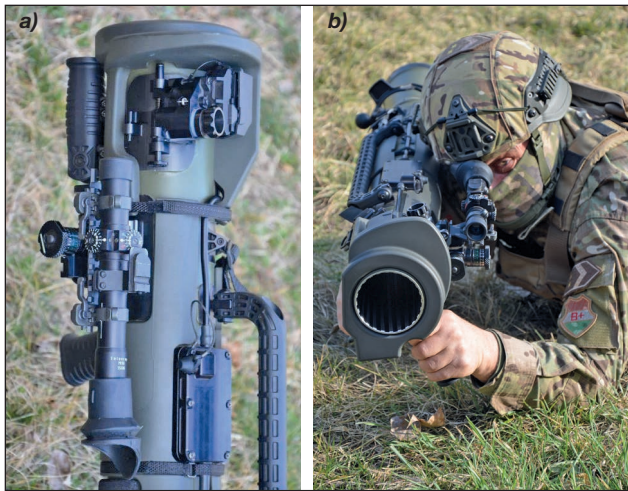
A fegyver felépítéséből következően a töltést végző irányzóhelyettesnek mindig a Laval-cső jobb oldalán kell tartózkodnia (15. ábra), hogy a Laval-cső nyitását/zárását (a töltés/ürtés fogásait) gyorsan tudja végrehajtani. Természetesen az irányzó egymaga is kezelheti a fegyvert, de abban az esetben a töltés-ürtés időigénye a sokszorosára nő és je-

\* Nyugállományú ezredes. ORCID 0000-0002-0513-8493

\*\* Törzsszázados MH Modernizációs Intézet Kutatás-fejlesztési Igazgatóság, Lőkísérleti Vizsgáló Osztály. ORCID: 0000-0002-6360-4376

\*\*\* Törzsszázados, MH Modernizációs Intézet Kutatás-fejlesztési Igazgatóság, Lőkísérleti Vizsgáló Osztály. ORCID: 0000-0002-1469-0327





16. ábra. A fegyver csőtorkolata és részben a behajtott vörösspontos irányzék ütészédelme a), továbbá az irányzó fejdélme a csőtorkolat kompozit burkolatával b) (Fotók: Birinyi József)

lentősen lecsökken a kezelési biztonság is; töltés-ürítés közben óhatatlanul előfordulhatna, hogy a vetőcső csőtorkolata a földre ütődik, azaz „kanalaz”<sup>11</sup>. Részben a kanalizás megakadályozása érdekében alkalmazzák az eldobható csőtorkolatfedelelet. A fedelet úgy méretezték, hogy extrém esetben (hirtelen, amikor azonnali lövésre van szükség), a fedél gond nélkül átlöhető legyen. A gyártó gondosságát dicséri, hogy 8 db ilyen fedelet készleteztek a szállítódobozban. Az M4 változatnál a csőtorkolat védelmét – egy burkoló műanyag ütészédelő elem felhelyezésével (16. ábra) – összevonták a behajtott Red Dot irányzék ütészédelmével, ezzel egyben azt is elérték, hogy az amúgy igen vékony falú titáncsővet ne kelljen a lövegeknél szokásos csőtorkolatvastagító gyűrűvel ellátni<sup>12</sup>. A terepen történő szállításkor a Laval-csőtoldatot műanyag védőzsákba kell behúzni. Ezt a huzatot az irányzóhelyettes a töltéskor kénytelen levenni.

Az irányzó mind a négy elfogadott testhelyzetből tüzelhet: állva, térdelve, fekvé, ülve (14. ábra, és a B2 belső borító) alapvetően a terepadottságoktól függően, hogy a kilövés még biztosítani, de saját magát minél jobban fedezni tudja. Az irányzóhelyettesnek is ehhez a testhelyzethez kell alkalmazkodnia annak érdekében, hogy a tűzpár kellően rejtve maradjon, ugyanakkor a töltés-ürítést is végre tudja hajtani viszonylag mérsékelt mozgással (17. ábra).

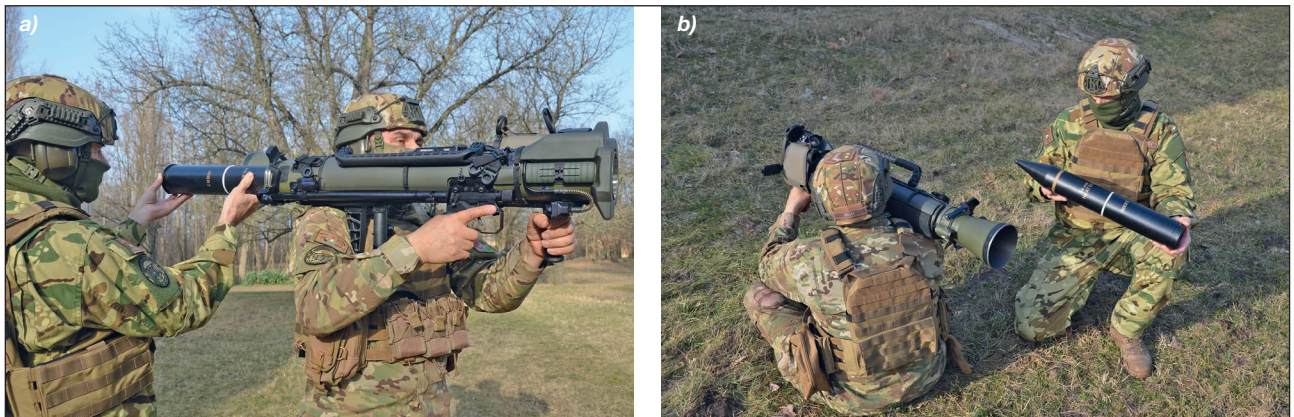
A [18] szabályzatban leírtak szerint a gránátvető betöltése és tűzkésszé tétele, kellő idejű gyakorlással készséggé

fejleszhető, a szerkezet műszaki kialakítása nem teszi lehetővé a hibás mozdulatok végrehajtását, mert azok rögtön akadályba ütköznek (például a Laval-csőtoldat mozgató és reteszelő mechanizmusába és az elsütőberendezésbe beépített alakos kötések reteszelt helyzete). Minden gránát hüvelyperemén kivágás található, hogy a gránát helyzetét a mechanikus löszerbevezető nyúlvány úgy pozicionálja a vetőcsőben, hogy az ütőszeg mindig a csappantyú fölé kerüljön, kivéve a HEDP 502 és ASM 509 típusú gránátokat, amelyeknél két szimmetrikusan, 180°-ban elhelyezett kivágás van kialakítva (a csapódó, vagy a késleltetett gyújtást beállítva).

A rejtett megközelítést és egyéb rövid távolságú mozgást könnyebbé teszi az M4-es fegyver kihajtható hordfogantyúja. Ez az alkatrész különösen nélkülözhetetlen a tüzelőállás közvetlen elfoglalásánál, tüzelőállás-váltásnál, illetve abban az esetben, amikor a hátán, hevederen hordozott vető fedett/zárt terepen elakadást okozna. A gránátok és rakéta-póthajtású gránátok olyan lövedékek, amelyek ballisztikus röppályáján repülve érik el a célt, azaz a csőfurat-hossztengely térbeli szöge, a gránát küllballisztikai jellemzői és a környezeti hatások eredőjeként fognak egy adott helyre becsapódni. Ebből következik, hogy a csapásmérés sikeressége a precíz célzástól függ, mert a gránát a röppályán már nem vezérelhető. Ez alól kivételt a napjainkban alkalmazásba veendő GCGM (Guided Carl-Gustaf Munition) jelű lézervezérlésű gránát, illetve a még fejlesztés alatt álló egyéb vezérlésű eszközök jelentenek. A precíz célzás kivitelezhetőségének egyik alapfeltétele, hogy az irányzó a fegyvert ergonomikusan úgy tudja megtartani, hogy a fegyvercső hossz tengelyének térbeli pozíciója is kellően stabil legyen. A vízszintesen állítható váltásmász, az ugyanúgy állítható és lehajtható mellső fogantyú, illetve a vízszintesen és függőlegesen állítható és elforgatható villaállvány egyaránt ezt a követelményt hivatott biztosítani. A mellső markolat ráadásul az ergonómiai követelményeknek megfelelően nem függőlegesen áll, hanem a bal oldal irányában kissé kidöntött<sup>13</sup>, a hátsó (elsütő) markolat viszont némileg balra eltolt, a kezek erőltetett megfeszítéséből származó izomtónusok kiküszöbölése érdekében.

A Magyar Honvédség számára biztosított konfigurációban az M4-es alapírányzéka az 557B jelű, míg szükség-írányzéka a Meopta MRad Red Dot (vörösspontos) optikai irányzék, amely használaton kívül behajtott állapotban helyezkedik el a fegyveren. Az 557B irányzék 3-szoros nagyítással és mintegy 12,5 fokkal látószöggel rendelkezik. Az irányzóeszköz alkalmas minden gránáttípus kiszolgálására, a hozzá készletezett lőtávolság-beállító skálás hengerek

17. ábra. A gránátvető betöltése álló és ülő testhelyzetben (Fotók: Birinyi József)



használatával. Természetesen a sikeres alkalmazás előfeltétele, hogy az irányzék – a készletezett hidegbelövő-tárcsák segítségével –, beszabályozott legyen. Ezt a feladatot az optikai irányzék minden felszerelésekor meg kell ismételni. (A teleszkóp Picatinny-sín jellegű szereléke és az irányzéktartó speciális rögzítése ellenére sem hagyható el ez a beszabályozás.) Az optikai irányzéken a távolság beállítását két különböző, cserélhető forgatóhenger biztosítja, amelyeket az irányzó még sötétben is felismerhet tapintással. Ezzel a két forgatóhengerrel a teljes lőszerkészlet kiszolgálható, a hengerek cseréje és használata azonban nagy gyakorlatot igényel. Ezt a műveletet nem szükséges éles gránátok ellövésével gyakorolni, akár tantermi foglalkozások keretében is megoldható, csak legyen mód a tanterem elsötétítésére.

A Meopta Red Dot irányzék távolságállító forgatógombja a műszerház bal oldalán található. Ezzel a gombbal forgatható el egy négy színű henger, az egyes gránát típusok lőtávolságosztásaival. Mindkét optikai irányzék lőtávolság-beállításánál külön jelekhez történő hozzárendeléssel figyelembe lehet venni a lőszerhőmérsékletet is, három (hideg, normál, meleg) hőmérsékletsávban.

A hidegbelövő-tárcsák és mindkét irányzék beszabályozását a Használati útmutató [21] 4.9 fejezete részletesen tárgyalja.

A mellő markolat előtt jobbra, a bal kéz hüvelykujjával kezelhető pozícióban rögzített az Aimpoint FCS13RE digitális irányzék távműködtetéséhez szükséges mikrojoystick, amelynek négy irányban mozgatható karjával a műszer menüjében léptetve kiválaszthatók a szükséges almenük, és – a gránátajtától és a környezet jellemzőitől függően – beállíthatók a tüzelés ballisztikai adatai. Továbbá itt táplálható be minden fontos bemenő információ a ballisztikai számítógép számára (pl. az álló vagy mozgó cél, a mozgás iránya, nagysága stb.). A kiválasztott adatot a kar benyomásával lehet rögzíteni. A joysticktól jobbra található a nyomógomb, amellyel a lézeres távolságmérő működtethető. A betáplált adatok alapján az irányzék látómezőjében egy 2 MOA<sup>14</sup> átmérőjű vörös pont jelenik meg, ezt kell a céllal szinkronizálni. A fegyver az elektronikai egységén keresztül kommunikál ezzel az irányzékkal, és a digitális irányzék ezen a rendszeren keresztül kap információt az adott lőszer küllisztikát befolyásoló adatairól is, a lőszerbevezető négyérintkezős csatlakozóin keresztül. A rendszeresítés előtt álló GCGM gránáthoz is kialakítottak már elektronikus leágazást.

Amennyiben a tűzpár elfoglalta a terepen a legmegfelelőbb (vagy még alkalmas<sup>15</sup>) tüzelési pozícióját, a fegyvert az irányzóhelyettes az irányzó parancsára betölti, megérinti az irányzót, és szóban is jelenti a tűzkészséget. Az irányzó kioldja a tűzbiztosítót és ezután megcélozza a célt, majd döntése alapján elsüti a fegyvert. A tűzpárt olyan mértékben kell önálló tevékenységre kiképezni, hogy saját belátása szerint legyen képes az önálló célfelderítésre, -felismerésre, a cél veszélyességének meghatározására, több célból történő kiválasztására. Az ilyen kiképzettségi szint mellett, harchelyzetben magától értetődő az önálló tűzki-váltás joga is.

A SAAB minden alkalmazott lőszernek önálló füzetben adja meg a lőtávolság táblázatát alapértékekben, valamint részletesen a szükséges korrekciós tényezőket is,<sup>16</sup> a kielégítően pontos célzás elősegítése érdekében. A svéd gyártó önálló ábrákon mutatja be a mozgó célok esetén az előre-tartás mértékét az adott ismert cél méreteihez képest<sup>17</sup>, valamint a szélérőhöz szükséges helyesbítéseket is egyaránt.

A kilőtt gránáthüvely részleges kivetése a Laval-csőtoldat kinyitásával egyidejűleg történik meg, ha az irányzóhelyettes

a nyitás után bal tenyérrel ráüt a Laval-csőtoldat rögzítőkarjának felső nyúlványára, és erre a kivető részben kitolja a vetőcsőből a kilőtt gránáthüvelyt. A kezelő azután azt kézzel távolítja el a csőből.

Az irányzóhelyettes ellenőrzi (átnézéssel), hogy maradt-e szennyeződés a vetőcsőben, és ha szükséges azt eltávolítja a készletezett tisztítókefével. Ezután az irányzó utasítására a megfelelő gránáttal megtölti a vetőt.

## KARBANTARTÁS

A rendelkezésre álló magyar nyelvű SAAB-dokumentáció [17] kiterjedt figyelmet fordít a rendszer karbantartására, egy kiképzett katona egyszerűen követni tudja az előírt műveletek végrehajtását.

A SAAB-dokumentáció részletesen meghatározza az ellenőrzési és karbantartási feladatokat napi és havi bontásban, és külön tárgyalja az alapvető javításokat. A SAAB javasolja, hogy a gyári előírásokon (napi, havi ellenőrzések) a kezelő készítsen a tapasztalatai alapján saját ellenőrző listát (own checklist) is a folyamatok meggyorsítása és könnyű követhetősége érdekében.

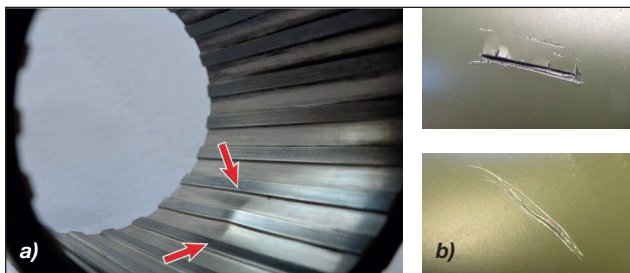
Az elektronikai rendszeren keresztül a fegyver összekapcsolható a készletezett Welo R10S tablettel, amelynek képernyőjén minden, a rendszer állapotát érintő információ megjeleníthető. Ehhez a tablethez csatlakoztatható külön a lövésszámláló is. Az elektronikai rendszer a fegyvermestert és a kezelőt mint bizonyos szintű hozzáférésre jogosultakat nevesíti, akik saját jelszavukkal tudnak belépni. A Carl Gustaf Maintenance unit szoftver – ami alatt a rendszer ellenőrzése fut – a SAAB dokumentáció szerves része. [20] Ezzel a digitalizált hibakeresővel – a tablet képernyőjén követhető módon – felderíthetők az esetleges meghibásodások is, illetve tájékozódni lehet arról, hogy a hibajavítás kezelői, vagy fegyvermesterei hatáskörbe tartozik-e.

Az éves vizsgálatok során kell elvégezni azokat a javításokat az rendszerellenőrzéseket is, amelyeket a tűzpár már nem tudna saját erejéből végrehajtani.

Összességében megállapítható, hogy a SAAB a CGM4 rendszerének karbantartásával, hibakeresésével és hibajavításával (fegyvermester szintig) kapcsolatos összes feladatot különböző kiterjesztésű checklistekbe (ellenőrző listákba) foglalta, amelyek akkurátus végrehajtásával a fegyverrendszer működőképessége feltehetően<sup>18</sup> sokáig fenntartható. A karbantartási és a javítási feladatok végrehajthatósága érdekében a gyártó bőségesen ellátta a termékét ellenőrző idomszerekkel, szerszámokkal, tisztító-eszközökkel, ezeket különféle zsákokba, dobozokba máházta és a fegyverrendszer szállítódobozában helyezte el. A CGM4 fegyvermester-készletének tartozéka egy tároló-, karbantartó és szerelőállvány is (18. ábra).

18. ábra. A CGM4 rendszer tároló-, karbantartó és szerelőállványa (Fotó: Birinyi József)





19. ábra. Belső csődudor, amely feltehetően a cső külsejét ért erős behatásra keletkezett a) és a külső laminált réteg sérülései b) [28, 7. dia]

**BIZTONSÁGI ELŐÍRÁSOK, BIZTONSÁGOT SZOLGÁLÓ SZERKEZETI ELEMEK**

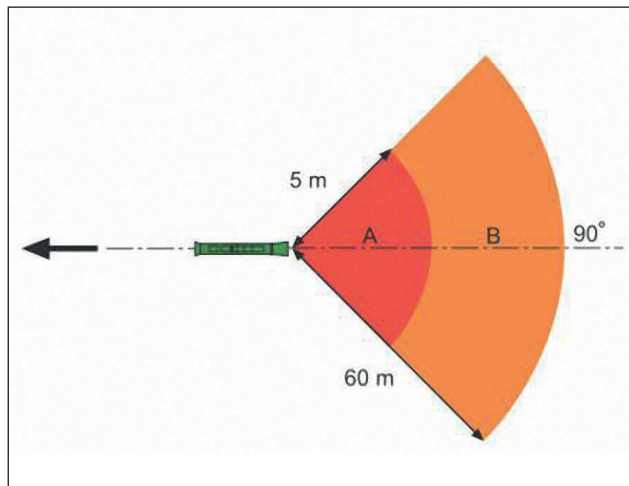
A biztonsági előírásokat két fontos csoportra osztva taglalja a gyártó: a tüzelést megelőző feladatvégzés előírásaira, illetve a tűzkiváltással kapcsolatos feladatok végrehajtására.

A kezelőknek fontos tudniuk, hogy a fegyverrel még menyinyi lövést lehet leadni. Tekintettel a fegyvercső vékony falvastagságára és az abból fakadó, limitált élettartamára, a fegyverrel csak meghatározott számú gránát kilövése engedélyezett. A lövések számát egy beépített érzékelőegység figyeli és tárolja a lövésszámlálóban. Ez az érték a tűzpár számára a tabletről olvasható le.

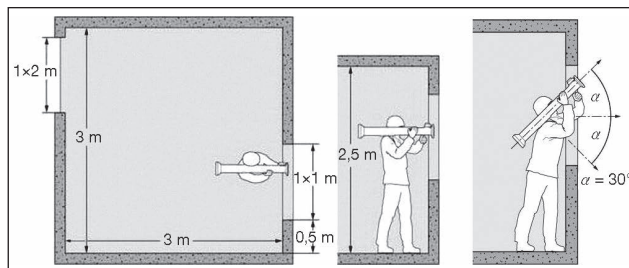
A tüzelést megelőző feladatok részben azonosak a napi ellenőrzési rutinnal, de a helyszíni ellenőrzést csak abban az esetben válthatja ki egy telephelyi napi ellenőrzés, ha a tüzelőállásba kiszállításkor a rendszert érő külső fizikai behatás biztosan kizárható, ami nehezen képzelhető el. Az ellenőrzésnek az a legfőbb jelentősége, hogy a fegyver biztonsággal kezelhető legyen, mert sérült fegyverrel, vagy gránáttal lövést leadni tilos és életveszélyes. Ennek a kihangsúlyozására a SAAB kiemelt figyelmet fordított. Sorrendben legfontosabb annak ellenőrzése, hogy a vetőcső-furat sérülésmentes-e (19. a) ábra). Ezután a vetőcső külső állapotának ellenőrzésére kell gondot fordítani (19. b) ábra). Láthatóan sérült vetőcsővel lőni – a gyártó karbantartási utasítása szerint – szigorúan tilos. Természetesen a többi részegység ellenőrzésére is igen komoly gondot kell fordítani. [17] Mindig ellenőrizni kell a Laval-csőtoldat állapotát, a zárás hézagját (a készletezett hézagmérő idomszerrel), a záró- és ürítőmechanizmus üzemképességét, az elsütőmechanizmust, az irányzékokat, az arcvédő párna, a maroklatok, a fogantyú és a villaállvány épségét.

A tűzkiváltás előtt mindenképp meg kell győződni arról, hogy a gránát indításával sem a segítő (20. ábra), sem a

20. ábra. Az irányzóhelyettes elhelyezkedése tüzelés közben (Fotók: Birinyi József)



21. ábra. A gránátok általános biztonsági zónái, kivéve a HEAT 655CS gránátot. Az ábrán piros színnel jelölt területen (A) nem lehetnek „magas függőleges” tárgyak; az AB-vel jelölt területen nem tartózkodhat élőerő [28; 14–17. dia]



22. ábra. A HEAT 655CS gránát biztonsági követelményei zárt térből történő kilövésnél [28]

közeli környezet (21. ábra) nincs veszélyben. Zárt térből történő tüzelésre kizárólag a HEAT 655CS gránát használható, ebben az esetben a gyártó külön biztonsági távolsági értékeket ad meg. (22. ábra.) Különösen gondot kell fordítani a tüzelőállás környezetére és az adott gránát jellemzőire, amelyeket a SAAB szintén gránáttípusonként önálló füzetekben határoz meg<sup>19</sup>.

A sérült vagy befulladt gránátok hatástalanítását szintén a gránáttípusok szerint a SAAB önálló füzetekben<sup>20</sup> részletezi, ugyanígy – ha a töltött fegyver 2 méternél magasabbról esett le a Laval-csőtoldat végére, illetve, ha a gránát a fegyvercsőbe mozdíthatatlanul beszorult – a fegyver hatástalanítását<sup>21</sup> is. A szabályzatok részletesen kitérnek a ha-



tástalanítás/megsemmisítés biztonsági környezetének a kialakítására is.

Az M4-es gránátvetőt a következő tüzelésbiztosító elemekkel látták el:

- **tüzelésbiztosító retesz:** a gránátvető csőre töltése előtt az irányzó előre tolja a felhúzókart, amíg az elsütőrúd fejének hornyába az elsütőemelő fogja bele nem akad. Ekkor az elsütőrúd vezérlőidoma az ütőszegzet külső helyzetben tartja. A retesz jobbra nyomásával az elsütőbillentyű mozgását megakadályozza, ezzel bebiztosítja a fegyvert. A biztosítóretesz csak az elsütőrúd felhúzott (előrenyomott) állapotában működik;
- **korai elsütés elleni védelem:** a Laval-csőtoldat nem nyitható ki, ha az elsütőrúd nincs mellső helyzetében, mert a rúd hátsó vége alakos kötésben van a csőtoldat zárókarjának biztosító nyílásával, ami blokkolja a nyitó mechanizmus mozgását. Nyitott csőtoldat mellett az elsütőrúd nyúlványának hátramosdulását a zárókar tömör teste akadályozza meg. Amennyiben ekkor a biztosítóretesz balra áttolása után a fegyvert elsütik, az elsütőrúd ugyan hátra mozdul, de nem teljes mértékben, ezzel az elsütőrúd vezérlőidoma nem kerülhet kapcsolatba az ütőszeggel. Így akadályozza meg, hogy a már betöltött gránát indítható legyen. Amennyiben ezután teljesen lezárják a Laval-csőtoldatot, akkor az elsütőrúd bár tüzelési helyzetbe hátra tud mozdulni, de az elsütőidom az ekkor már lényegesen kevesebb energiát tároló ütőműrugó miatt nem tud kellő mértékű energiát az ütőszegen keresztül a csappantyúnak átadni;
- **szállítási biztosító:** csőre töltött fegyver esetén, a biztosítóretesz jobbra tolása után, az elsütőrúd karja az óramutató járásával ellentétes irányban felhajtható. Ezzel blokkolódik a biztosítóretesz, és a fegyver még véletlenül sem süthető el. Terepen történő mozgáskor így lehet és kell a csőre töltött fegyvert biztonságosan szállítani. A kar visszafordítása után lehet a fegyvert kibiztosított állapotba helyezni, tűzkésszé tenni.

Ezzel a tüzelésbiztosító rendszerrel a gyártó igen körültekintő módon nagyfokú kezelési biztonságot adott az M4 fegyvernek.

Az 557B irányzék teleszkópján (távcsövén) a szemvédő csésze kialakítása biztosítja, egyrészt, hogy a szemgödört nekitámasztva éles képet kapjon az irányzó, másrészt a környezet fényei ne csillogtathassák be a szemlencsét, és természetesen óv a fej teleszkópba történő ütésétől is.

Amikor egy löveg gránátja jelentős összegbe kerül, a kiképzéshez, gyakorláshoz inkább valamilyen gyalogsági töltény kilövésére alkalmas betétcsövet használnak (mint pl. hazánkban a T55/T72 típusú harcokcsik esetében is). A gyalogsági töltény lövedékének röppályája és a gránát röppályája – az utóbbi hatásos lőtávolságában – még jó közelséggel hasonlónak<sup>22</sup> tekinthető. Az M4 553B jelű úrméret alatti adaptere, a speciális szerelésű 7,62 mm-es 553 jelű fényjelző tölténnyel ilyen célt szolgál. Mivel a gránátok tüzelésekor fellépő hanghatás és az 553B jelű adapter használata közötti hanghatás alapesetben olyan mértékben térne el, hogy az a tűzpár, amelyik az adapterrel gyakorol, az első éles lövés során erős pszichés traumát is szenvedne (ez szinte mindegyik gránát helyetti töltényes gyakorlás során tapasztalható), a gyártó megoldásként a tölténnyel együtt az *adapter* zárttestbe behelyezhető, *hátráramló* gázsugarat létrehozó töltetet készletez. Ezt az elsütőmechanizmus egyszerre indítja a tölténnyel.

Valamivel élethűbb a TP 552 rakéta-póthajtású, de inert fejú lőtéri gránát, amely használata során teljes mértékben szimulálható a HEAT 551 külbálsztikai viselkedése. A grá-

nátok 700 méteren, 50%-os találati valószínűséggel 0,8 × 0,7 m területen belül csapódnak be. A másik lőtéri gyakorlógránát a TPT 141. A póthajtás nélküli, fényjelzős, inert fejú lövedék max. 400 méter lőtávolságig alkalmazható, addig a pirotechnikai fényjelző elegye is elég. Ezen a távon a gránát találatainak 50%-a körülbelül 0,5 × 0,5 méteres négyzeten belül esik.

## LŐTÉRI TAPASZTALATOK

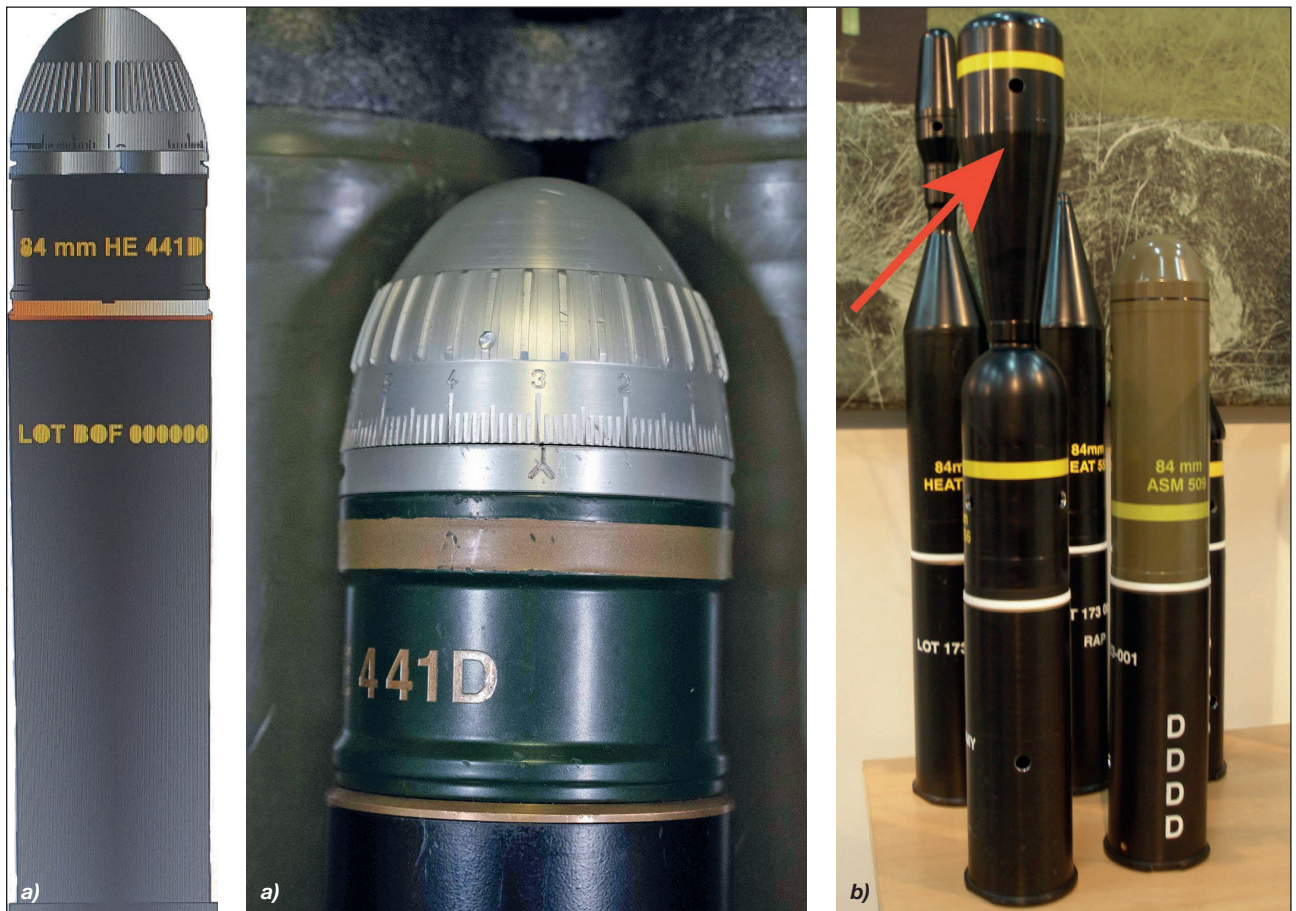
(A hivatalos lövészetten részt vett állomány értékelése, véleménye alapján.)

- A fogantyúk, a villaállvány és a válltámasz biztosítja a precíz célzást (esetleg észszerű ideig a célra tartást is), és mivel az M4-es vető a gránát indítása során nem gerjeszt érzékelhető hátralökést, a cél tüzelés közben megtartható, a gránát a röppályán a távcsőben is követhető;
- álló helyzetben a villa a mellhez támasztva is jól használható a célzaskor és a tüzeléskor, a fogás stabilitását is növeli, az egyik villaláb hónaljba beforgatásával még kedvezőbb állapot érhető el;
- az 557B jelű optikai irányzék képalkotása kiemelkedően jó, a célfelismeréshez, a gránátok hatásos lőtávolságáig teljesen alkalmas, felerősítése kellően stabil, a tüzelések hatására nem engedi meg a teleszkóp elmozdulását. Az irányzék egy mozdulattal fel- és lekapcsolható a vetőcsőre erősített adapterre, egy esetleges harc közbeni sérülése esetén nagyon gyorsan át lehet térni a Meopta MRad Red Dot-ra (vörösponthozó irányzóberendezés), mert az gyorsan kihajtható és használatba vehető;
- KN250 MK3 XR5 típusú passzív éjjellátó előtéttel a távcső csillagfényes éjszakán is alkalmas 300 méterre lévő célok biztos bemérésére;
- a 7,62 mm-es SC 553B speciális töltésű, úrméret alatti lőszerből kilőtt 7,62 mm-es 553 jelű töltény fényjelzős lövedékének pontossága alapján jól használható az éles gránát lövésre való felkészítésre, és az időszakos gyakoroltatásokra is;
- az M4-es tüzeléskor kirívóan nagy hanghatást hoz létre, emiatt nemcsak kötelező, hanem egészségvédelem szempontjából elengedhetetlen a készletezett zajvédő fül dugó és a fültok együttes használata mind az irányzó, mind az irányzóhelyettes számára;
- a gránátok tüzelésekor fellépő hanghatás és az 553B jelű adapter használata közötti hanghatás a hátráramló gázsugarat létrehozó töltet alkalmazásával közel azonos módon terheli a tűzpárt és a környezetét. Később az éles gránát lövése sem okozhat (megfelelő védőeszközök használata mellett) váratlan sokkot;
- egy lögyakorlat során 12 db M4-es vető lött 3-3 lövést folyamatosan egymás után (vetőnként 10 másodperces tűzütemmel), ami a célterületen látványos tűzvihar produkált, és igen meggyőzően mutatta be a CGM4 rendszer hatásosságát.

## A CGM4 RENDSZER HARCÁSZATI ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK KÉRDÉSEI

Ennek, a hazai viszonylatban forradalmian újnak tekinthető fegyverrendszernek a harcászati alkalmazásáról az arra illetékes (szakavatott) katona-szakmai állománynak kell javaslatot tennie a döntéshozó katonai vezetés számára. Nagy segítséget lehet elvárni a harcászati elvek kidolgozá-





23. ábra. A CGM4 speciális lőszerai, balra a HE 441D és a gyújtója a), jobbra a vörös nyíllal jelölve az MT 756 több célpont elleni rakéta-póthajtású gránát b) [28], [22], [26]

sában a NATO azon katonai csapataitól – kiemelten a brit SAS-tól, az amerikai US Army Special Forces és US Army Rangers-tól, illetve a US Navy SEAL-től, mint a leginkább háborús tapasztalatokkal rendelkező erőktől<sup>23</sup> –, amelyek már rendszeresen használták/ használják éles harctevékenységben ezt a harceszközt. Pusztán harcászati-műszaki szempontból vizsgálva a kérdést, a különféle rendeltetésű gránátok észszerű összeválogatását az alkalmazási terület és a várható (esetleg biztosan nem kizárható) célok jellegének megfelelően kell végiggondolni, figyelembe véve a szállítható lőszer tömegét is, különös tekintettel a tűzpár mozgékonyására.

A gránáttípusok sokfélesége biztosítja, hogy eltérő te-repviszonyok közepette is eredményesen lehessen használni a rendszert, még viszonylag zártan tekinthető beépített környezetben is. A HEAT 655CS gránát egy megfelelő méretű zárt helyiségből, nyitott ajtó mellett, az ablaknyíláson keresztül is kilőhető (22. ábra), ami a helység-harcban páratlan előny. Nagyon kevés harcokcsitípus aktív védelmi rendszere képes elhárítani egytized másodpercen belül egy adott épület sokadik emeletének<sup>24</sup> ablakából a harc-jármű tetőpáncéljára kilőtt gránátot. További előny, hogy ugyanezzel a gránáttípussal a szabad térben csak 1 méter-nél nem lehet közelebb a Laval-csőtoldat végéhez függőleges tömör falsík. Ugyancsak páratlan előnyt jelent az MT 756 gránát (23. b) ábra) alkalmazásakor, hogy a vastagabb falú építmények esetén nem a kumulatív sugár áthatolása jelenti a mögöttes rész rombolását, hanem a lövedék orrára szerelt csepp alakú rátétben elhelyezett robbanóanyag üt lyukat a falzatba, majd az azon behatoló fő töltet végzi el

a belső részek rombolását. A HE 441D gránátot kimondot-tan élőerő ellen fejlesztették ki, a gyújtószerkezet csapódó vagy időzített beállíthatóságával (a gránátcsúcson található időzítő kúp elforgatásával (23. a) ábrák), közvetlen találatra, vagy légi robbantásra, amikor kis méretű fémgolyókat szór szét a gránát. Valamivel egyszerűbb a HEDP 502 gránát működése, amely a töltési mód (vagy a D = késleltetés, vagy az I = becsapódás jelzéssel szembeni kivágása fekszik rá a mechanikus lőszerbevezető nyúlványra, és a kívánt robbantási mód jele mindig felül látszik!) függvényében robbantja a gránátot. A késleltetés miatt a nem páncélozott építményekben a gránát belül robbanva pusztítja a belső teret, a becsapódásra állítva hagyományos kumulatív hatással üti át a páncélokot. Ugyanígy elven kell betölteni az ASM 509 épületromboló gránátot is, de ott kumulatív hatás nélkül, kívül vagy belül rombol.

A tüzelőállás kiválasztásánál és a tűzpár tevékenységének megszervezésénél ugyanakkor figyelembe kell venni a hanghatáson kívül, hogy a gránát kilövése jelentős fényhátással jár (24. ábra), ami könnyen felfedheti a tűzpár helyét és alkalmas lehet hatásos ellentevékenység indítására, azaz elengedhetetlen lehet a villámgyors tüzelőállás-változtatás is.

A 2 fős kezelőszemélyzet terepen történő mozgathatóságához – különösen, ha egy-nél több fajta lőszer-típus felhasználásával kell számolni, továbbá, ha ez a tűzpár a harcterületen is igényli az önálló mozgás lehetőségét, ugyanakkor a tűzpár egyszerre legfeljebb 3 db (közel 30 kg össztömegű) konténert képes szállítani, de a várható tűzfeladat ennél nagyobb számú és változatosabb gránátot igényelne –





24. ábra. A tüzelés fényhatásának képe (M3E1 típusváltozat) [27]



25. ábra. A KTJ 4 típusszámú gépjármű egy fegyverzetváltozatban. A terepjáró felszerelése: 1 – PKM géppuska, 2 – Gepárd M1 mesterlövész puska, 3 – Fagot indítókonténerek, 4 – Iglá1M légvédelmi rakéta, 5 – Lt7 (Forrás: Tóth József archívum)

szükség lesz a tűzpár saját járműves mozgatására is. Meggondolandó, hogy emiatt nem mindig célszerű egy Lynx, vagy a lánctalpas gyalogsági harcjárműhöz hasonló méretű és tömegű páncélozott járműben szállítani a tűzpárt. Ilyenkor erre a célra alkalmas, könnyű csövázás terepjárót (mint például a Polaris MRZR-4, illetve hazai továbbfejlesztésű járművet<sup>25</sup>) is lehetne alkalmazni. A vezetővel együtt 3 fős személyzet megfelelően a gyors tüzelőállás-váltáshoz szükséges távolságot is bejárni, illetve a vezető a kiegészítő (önvédelmi) tűztámogatásra, terepfigyelésre is képes lenne. A tűzpár védelmét a járműre szerelt fegyverzetel esetenként biztosítani is tudja (mint azt a KTJ esetében a HTI<sup>26</sup> már 30 évvel ezelőtt megoldotta, lásd: 25. ábra). Egy ilyen mikrotűzcsoportot (3 harcos + jármű + legalább 4 különböző fegyverfajta a CGM4-esen és a személyi fegyvereken kívül + jelentősebb mennyiségű tartalék

lőszer + személyi málha) igény szerint lehetne hozzárendelni bármilyen harcoló alegységhez, a szükséges darabszámban. Feltehető, hogy ez a jármű más harcjárművek mellett is harcolni tudna biztosító és felderítő szerepkörben, de ezt mindenképp ki kellene kísérletezni.

### ÖSSZEĞEZÉS

A Carl-Gustaf M4 rendszeresítésével egy sokat ígérő, XXI. századi elvárásoknak megfelelő fegyverrendszer birtokába kerülhet a magyar katona, amellyel elsősorban a helység-harcokban és az 1 km-nél nem távolabbi pontcélok, illetve néhány kevésbé védett területcél eredményes leküzdéséhez kapott eszközt. Ebben az esetben is döntő jelentősége lesz annak, hogy az arra illetékes politikai és katonai veze-



tők a kiképzéshez mindenképp elengedhetetlen forrásokat (gránátok, lőterek, szállító eszközök, kiképzési idő) biztosítsák és a végrehajtók is mindent megtegyenek ezért a célért. Mert valóban igen drága ennek a fegyverrendszernek a használata, a ráfordítás azonban sokkal jobban megtérül eredményességben, mint például egy RPG-7-es gránátvető képességeire építve. Lényeges még, hogy ezt a fegyvert csak a kezelők alkalmasságának vizsgálatával kiválasztott állomány kezébe szabad adni.

## HIVATKOZOTT IRODALOM

- [17] SAAB DYNAMICS AB: 84 mm-es RCL Carl Gustaf Karbantartási útmutató; Kiadás 2; 2018-12-03; Export Controlled, a fordító nincs megadva;
- [18] SAAB DYNAMICS AB: 84 mm-es RCL Carl Gustaf M4 Leírás; Kiadás 4; 2018-12-10; Export Controlled, a fordító nincs megadva;
- [19] Földi Ferenc: Gondolatok a pontosságról HADMÉR-NÖK I. évfolyam 2006: (1.) 102-125.;
- [20] SAAB: Carl-Gustaf RCL Maintenance Unit Softver; 301398798-1; Kiadás 1.; 2019. 01. 15. magyarul (fordító nélkül), 41 oldal;
- [21] SAAB DYNAMICS AB: 84 mm-es RCL Carl Gustaf M4: Használati útmutató 4. kiadás; 2019-03-05;
- [22] Minden egyes tárgyalat lőszer leírása; SAAB dokumentáció, külön-külön füzet a 84 mm-es érintett lőszerrel, magyar nyelven (9 füzet);
- [23] Robin Falkenheim, *RD sight Meopta M-RAD* Saab Dynamics, é. n. 11–17. o.;
- [24] Lars-Örjan Hovbrandt, *KN 250 IMAGE INTENSIFIER* Saab Dynamics, é. n. 23. oldal;
- [25] *Aimpoint FCS13RE rendszer (leírás és kezelési útmutató)* pdf formátumban angolul; szerző, cím, fordító, kiadó és évszám nélkül; csatolt dokumentáció 37 oldal;
- [26] Forrás: [https://hu.wikipedia.org/wiki/Carl\\_Gustaf\\_p%C3%A1nc%C3%A9lt%C3%B6r%C5%91\\_l%C3%B6veg#/media/F%C3%A1jl:MSPO2007-40.jpg](https://hu.wikipedia.org/wiki/Carl_Gustaf_p%C3%A1nc%C3%A9lt%C3%B6r%C5%91_l%C3%B6veg#/media/F%C3%A1jl:MSPO2007-40.jpg) (Letöltés: 2021.10.6.);
- [27] Forrás: [https://hu.wikipedia.org/wiki/Carl\\_Gustaf\\_p%C3%A1nc%C3%A9lt%C3%B6r%C5%91\\_l%C3%B6veg#/media/F%C3%A1jl:Weapons\\_practice\\_\(8480477446\).jpg](https://hu.wikipedia.org/wiki/Carl_Gustaf_p%C3%A1nc%C3%A9lt%C3%B6r%C5%91_l%C3%B6veg#/media/F%C3%A1jl:Weapons_practice_(8480477446).jpg) (Letöltés: 2021.10.6.);
- [28] Tomas Spresson, *Carl Gustaf M4 General Safety*. SAAB, évsz. nélkül, 19 pp., Confined Space fejezet: Slide 14–17.

## JEGYZETEK

- 11 „kanalaz”, azaz a lövegcső torkolata talajba ütközve földdel tömődik el, ami a legbiztosabb útja a végzetes csőrobbanásnak. (A szerző.)
- 12 Minden csőves tűzfegyvernél a csőfurat csőtorkolat-közeli állapota dönti el, hogy az ideális löpor/lövedék műszaki jellemzők és környezeti hatások mellett milyen pontosságképeségű [19] lesz a fegyver, vagy legrosszabb esetben csőrobbanás bekövetkezhet-e. Általában a tűzfegyverek csőtorkolatát valamilyen csőszerelvénnyel, vagy a csőszáj védőkúpos geometriai kialakítása védi, hogy a merőleges, vagy ahhoz közeli ütések ne tudják azt deformálni.
- 13 Nem úgy, mint a szerencsétlen kialakítású AKM-63/AMD-65 gépkarabélynál. A CGM4-esnél, még szükség sincs arra, hogy a fogantyúra támassza fel az irányzó a fegyvert, a villaállvány tökéletesen megfelel.
- 14 MOA (minits of angle) szögperc; a vörös pont átmérője, mint az egyenes kúp alapköre, az adott távolságon ennyi szögperc alatt látszik. 300 m céltávolságban a 2 MOA jellemezte vörös pont 17,5 cm átmérőjű kört takar ki a cél képéből, ami még elfogadható érték.
- 15 Egy ideális tüzelőállást harchelyzetben a harcmezőn találni esélytelen, de legalább is törekedni kell rá.
- 16 A SAAB 301289246-1HU, 301289253-1HU, 301289245-1HU, 69206102-4HU jelzetű füzeteiben.
- 17 Jellemzően a T-55-ös, vagy a BMP-2-es harckocsi a célkép, ami a lőszer hatását illetően valóban leküzdhető.
- 18 Egy viszonylag új fegyverrendszer-változat esetében ez a kitétel mindenképpen megengedhető.
- 19 A SAAB 69006560-3HU, 69006563-3HU, 69006743-4HU, 69006558-5HU, 69900053-3HU jelzetű füzeteiben.
- 20 A SAAB 69006561-4HU; 69006734-4HU; 69006738-3HU; 69900052-5HU jelzetű füzeteiben.
- 21 A SAAB 301275130-1HU jelzetű füzeteiben.
- 22 Nem azonos, mert külbálsztikai szempontból nem is lehet az, de ebben az esetben 700 m céltávolságig kielégítően hasonló, mert a 300 m-re belőtt betétcső a teljes röppályán -0,3 – +0,4 m, azaz legfeljebb összesen 0,7 m teljes magassági eltérést jelent a gyakorlásnál. Ez az eltérés éles lövésnél a gránát robbanóerejét figyelembe véve elhanyagolható.
- 23 Lásd: Wikipédia – „Carl Gustaf páncéltörő löveg” története fejezet, 5. bekezdés.
- 24 Ez a magasság a maximális lepelbiztonsági távolság és a megengedett negatív szög esetén kiszerezhető az adatokból. Lényeges, hogy az ablak mögött megbújó tűzpár kevésbé felderíthető, mint egy RPG-7 lövész, aki csak az épület szabad tetejéről tudna tüzelni, igen jelentős kontúrmutatva.
- 25 Nem lenne újdonság, mert hasonló, könnyű terepjáró jármű (KTJ) járművünk hazánkban is volt, ezelőtt kb. 30 évvel. Már az 1990-es évek elején a HTI fejlesztésében elkészült a KTJ-jelű, Szöcske fantázianévű négyesemélyes, könnyű csőváz, 4x4 kerékképletű, farmotoros terepjáró jármű, amely jelentős mennyiségű fegyverzeti eszköz szállítására volt képes. A KTJ-3/4 jellemzői: a csőváz tetején egy speciális adapterbe a 12,7 mm-es NSZVT nehéz géppuskát, vagy 14,5 mm-es Gepárd M3 öntöltő romboló puskát, vagy a 9M111M Fagot indítóállványt lehetett bekapcsolni. A vezető melletti ülés előtt, illetve a csőváz felső keretére felszerelt kapcsolófejekbe a 7,62 mm-es PKM géppuskát lehetett beilleszteni, a csőváz egyik oldalmerítőjéhez 7,62 mm-es SzVD távcsőves puskát, a másikhoz RPG-7-es gránátvetőt. A belépő lábtartó lemezekre szerelt tartó hordozhatta a Gepárd M1 mesterlövész puskát, a csőváz hátsó kerete 2-2 db páncéltörő és Igla 1M légvédelmi rakétáindító vetőcsövet hordozhatott. A rakéták műszeregységét szállításhoz a csőváz elején kialakított mély teknő fogadhatta be, illetve a tartalék rakaszokat és töltényeket a hátsó ülések mögötti rakodólap (24. ábra). Ez a 4 fős tűzcsoporthoz magasabb mozgékonyasággal és igen jelentős tűzerővel rendelkezett; a KTJ alacsony építése miatt könnyen rejthető volt. A teljes felszereltségű jármű a haditechnikai vizsgálatok során a mind az országúti, mind a tereppróbákat teljesítette. Azután az akkori időkre jellemzően ez a fejlesztés is lekerült a napirendről. Egy 3 fős CGM4 tűzalegység (a tűzpár + egy vezető, aki a tűzpár közelbiztosításában is hasznos szerepet játszhat), továbbá legalább 4x2 db különféle rendeltetésű lövedék tartójának szállítására tökéletesen megfelelő lenne még a legtöbb felsorolt fegyverzeti eszköz a leendő NATO úrméretű fegyverek (M2, M24, M110, MG556, illetve és esetleg M134 és FIM 92 Stinger) esetén is, nem vitatva a CGM4 elsődlegességét. Természetesen a KTJ-t a mai technikai szintre kell modernizálni. A Polariskonstrukciója szintén hasonló, az előbb felsorolt NATO úrméretű fegyverekkel az a jármű is felszerelhető lenne.
- 26 Az akkori Magyar Honvédség Haditechnikai Intézet.

Dr. Németh András\* – Virágh Krisztián\*\*

# Mesterséges intelligencia és haderő – A mesterséges intelligencia fejlődéstörténete

## I. rész

### BEVEZETÉS

Az MI, azaz a mesterséges intelligencia (közismert angol elnevezéssel: AI – Artificial Intelligence), illetve a fogalom alá sorolható technikai megoldások már jónéhány évtizeddel ezelőtt megjelentek a tudomány világában, gyakorlati felhasználási lehetőségeiket ugyanakkor a szükséges számítástechnikai és informatikai háttér fejlődésének, a számítási kapacitás bővülésének eredményeként csak napjainkban kezdi el felfedezni az emberiség. A negyedik ipari forradalom talán legfontosabb kulcstényezőjeként egyre növekvő mértékben lesz hatással életünk szinte minden szegmensére. Jelenleg ez az egyik legdinamikusabban fejlődő olyan terület, amely nagy áttörések küszöbén áll. A gépi tanulás (ML – Machine Learning), a mélytanulás (DL – Deep Learning) és a mesterséges neurális hálózatok (ANN – Artificial Neural Network) által kínált megoldásoknak köszönhetően a mesterséges intelligenciák képesek önmaguk fejlesztésére, így egyre pontosabban tudják elvégezni feladataikat. Jelentős fordulóponton várhatóan akkor számíthatunk a technológia alkalmazása területén, ha a kapcsolódó technikai megoldásokat megbízhatóság, transzparencia, adatbiztonság és platformfüggetlenség területén egyaránt sikerül olyan szintre fejleszteni, hogy fenntartások nélkül lehessen azokat az élet számos területén alkalmazni. Ez, a várhatóan az előttünk álló évtizedben bekövetkező áttörés szignifikáns változásokat fog eredményezni a világ társadalmi, gazdasági folyamataiban, biztonsági környezetében, katonai erőviszonyaiban egyaránt. [1]

Mesterséges intelligencia alkalmazásával olyan lokális, regionális, vagy globális problémákra is találhatunk megoldásokat, amelyekre az emberiség más módon nem lenne

képes. Az MI többek között hozzájárulhat az Egyesült Nemzetek Szervezete (ENSZ) 2030-as fenntartható fejlődés keretrendszerének célkitűzéseinek (1. ábra) eléréséhez, amelyek irányelvei a globális kihívások leküzdésére fókuszálnak. Elérésükhöz – többek között az autonóm járművek alkalmazásán, az orvosi diagnosztizáló eszközök pontosságának javításán, az energetikai hálózatok korszerűsítésén, az okos mezőgazdaság és okos városok kialakításán, a következő generációs éghajlat- és időjárásváltozás előrejelzések feltételeinek megteremtésén, vagy a folyamatban lévő kutatások felgyorsításán keresztül – az MI közvetve vagy közvetlenül is képes hozzájárulni. [2]

A mesterséges intelligenciát ugyanakkor – az említett területek mellett –, különböző katonai feladatok hatékonyságának növelése érdekében is fel lehet használni. Hazánkban a Magyar Honvédség (MH) látja el az ország fegyveres védelmét, valamint ehhez közvetve, vagy közvetlenül kapcsolódóan egyéb feladatok végrehajtásában is részt vesz. A haderő nagyszabású modernizációja jelenleg a Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program (HHP) keretében zajlik. A fejlesztések sok területet érintenek, így ennek égisze alatt történik például a katonák egyéni felszerelésének korszerűsítése, vagy a helikopter és harckocsi képesség megújítása. A főbb irányvonalakat a program hosszú távú tervében határozták meg, amelyet rövidebb intervallumokra bontva hajtanak végre, így jelenleg a 2020–2022. közötti időszakra vonatkozó célok megvalósítása érdekében zajlanak a fejlesztések. A Honvédelmi Minisztérium (HM) ezekkel összhangban határozza meg a részletesebb ütemtervet az MH szervezetei számára. [4] A „23/2020. (IV. 24.) A honvédelmi szervezetek 2020. évi kiemelt feladatainak, valamint a 2021–2022. évi fő célkitű-

**ÖSSZEFOGLALÁS:** A mesterséges intelligencia az elmúlt évek során korunk egyik kulcsfontosságú technológiájává nőtte ki magát. Meghatározó, szemléltetőmódozó, életstílusalakító szerepét, valamint fejlődésének dinamikus ütemét jelzi, hogy azon MI-alapú eszközök és rendszerek, amelyek korábban legfeljebb csak a tudományos-fantasztikus irodalomban léteztek futurisztikus képet vetítve elénk, mára valóságággá váltak. Ilyenek például az önvezető járművek, vagy akár az emberi kommunikációra alkalmas humanoid robotok. Jelen cikkünkben áttekintjük a mesterséges intelligencia különböző fejlődéstörténeti korszakait, és azok fontosabb állomásait.

**KULCSSZAVAK:** mesterséges intelligencia, fejlődéstörténet, Turing-teszt, Dartmouth-konferencia, WABOT-1

**ABSTRACT:** In the recent years, artificial intelligence has become one of the key technologies of our time. Its decisive and lifestyle-changing role, as well as the dynamic pace of its development, is indicated by the fact that AI-based tools and systems that previously existed only in the scientific, fantastic literature and presented a futuristic vision have already come to reality, such as self-driving cars or social robots that can interact with people. In our article, we review the major historical landmarks of artificial intelligence.

**KEY WORDS:** artificial intelligence, development history, Turing test, Dartmouth conference, WABOT-1

\* Alezredes, tanszékegyetemi docens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Elektronikai Hadviselés Tanszék, ORCID: 0000-0003-2397-189X

\*\* Tanszéki mérnök, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Elektronikai Hadviselés Tanszék, ORCID: 0000-0003-4184-9492





1. ábra. Az ENSZ által kitűzött fenntartható fejlődési célok [3]

zéseinek meghatározásáról” szóló HM utasításban a mesterséges intelligencia már nevesítve is szerepel más forradalminak számító technológiák mellett, azaz különböző MI-alapú eszközök és rendszerek beszerzésére, illetve fejlesztésére is számítani lehet. [5] (A mostanáig beszerzett, illetve beszerzés alatt álló haditechnikai eszközök jelentős része már alkalmaz különböző MI-alapú megoldásokat.)

Hazánkban a mesterséges intelligencia fejlesztéseknek a 2020. szeptember 8-án megjelent Magyarország Mesterséges Intelligencia Stratégiája 2020–2030 dokumentum ad keretet, amely részletesen kifejti a kutatási, fejlesztési és innovációs (K+F+I) tevékenységek főbb irányait az évtized hátralévő részére. [6] A 2018-ban megalakult Mesterséges Intelligencia Koalíció [7] tevékenységének kereteit is valójában ennek a dokumentumnak a megjelenése tette teljesé, hiszen lehetővé vált az együttműködéshez, illetve az annak keretében megvalósuló kutatásokhoz jelentős anyagi erőforrások hozzárendelése is. Ugyanakkor a források hatékony felhasználása érdekében, a mesterséges intelligencia rohamos fejlődése miatt, a stratégia által felület időszakon belül is folyamatosan újra kell értékelni a kitűzött célokat, korrigálni a súlypontokat. Ennek jelenlegi szervezeti keretei még nem biztos, hogy kellő rugalmasságot biztosítanak a döntéshozók számára, ezért célszerű lehet akár egy, az Egyesült Arab Emírségekéhez hasonló Mesterséges Intelligencia Minisztérium [8], vagy legalább az Innovációs és Technológiai Minisztérium (ITM) keretében egy önálló államtitkárság létrehozása is. E tanulmány azt a fejlődési folyamatot vizsgálja, ami a napjainkban használt fogalmi rendszer és mögöttes műszaki tartalmak kialakulásához, a polgári és katonai célú alkalmazások egyre szélesebb körű elterjedéséhez vezetett.

### A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ÉRTELMEZÉSE

A mesterséges intelligencia fogalmának nincsen konszenzuson alapuló, egységesen elfogadott tudományos definíciója, hiszen a technológia és az alkalmazások fejlődésével annak más-más jellemzőire helyeződik a hangsúly, amely

így tulajdonképpen lehetetlenné teszi az időtálló meghatározás megfogalmazását. Ezért célszerű megoldásnak tűnhet, ha időről időre összevetjük a korábban megalkotott definíciókat, és azok gondolatmenetének vizsgálatát követően aktualizáljuk a kapcsolódó fogalmi rendszert.

Először nyelvtudományi szempontból érdemes értelmezni a kifejezést alkotó szavak önálló jelentését. A „mesterséges” jelentése egyértelmű és időtálló: emberi eljárással, tevékenységgel létrehozott dolgot takar, míg az „intelligencia” kifejezés jelentése sokszor módosult az idő múlásával. Már az ókortól kezdve számos gondolkodó foglalkozott az intelligencia megfogalmazásával. Arisztotelész szerint például „az intelligencia az igazságot megragadói megállapítás, beleértve a következtetést, amely ahhoz a tevékenységhez kapcsolódik, amely jó, vagy rossz egy ember számára. ... és ez megfelelőnek tűnik azután egy intelligens személy számára arra, hogy képes legyen finoman megítélni, mi a jó és előnyös számára; nem néhány korlátozott területre vonatkozóan (pl. ami jó az egészség, vagy az erő számára), hanem amely általában támogatja a jólétet.” [9; 3. dia] Az azt követő évszázadok során a szó fogalmi meghatározása sokat finomodott, de a legjelentősebb változáson a XX. századi pszichológiatudomány fejlődésének köszönhetően ment keresztül. David Wechsler pszichológus szerint „az intelligencia az egyénnek az az összesített, vagy globális képessége, amely lehetővé teszi, hogy célszerűen cselekedjen, hogy racionálisan gondolkodjon és eredményesen bánjon a környezetével.” [10] Más nézőpontból fogalmazta meg ugyanezt Alfred Binet és Teophile Simon: „úgy tűnik, hogy az intelligenciában van egy alapvető tényező, amelynek megléte, illetve hiánya oly döntő a mindennapi életben. Ez az ítéletek, a józan ész képessége, a gyakorlati érzék, a kezdeményezőkézség és a körülményekhez való alkalmazkodás képessége. A jó döntés, a jó felfogás és a jó okfejtés az intelligencia lényege.” [9; 7. dia] Wechsler láthatóan a racionalitás kérdését helyezi a fókuszba, míg Binet és Simon egy tágabb értelmezésben beszél az intelligenciáról, amelynek középpontjában a döntési képesség áll. Hasonlóan sokszínűek lehetnek a mesterséges intelligencia értelmezésének lehetőségei is, amelynek fő dimenzióit, illetve a megközelítés irányelveit az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat. A mesterséges intelligencia fogalmának megközelítései (A szerzők fordítása a [10; 2. o.] alapján)

<p style="text-align: center;"><b>EMBERI GONDOLKODÁS</b></p> <p>„Az emberi gondolkodással asszociálható olyan aktivitások (automatizálása), mint pl. a döntéshozatal, a problémamegoldás, a tanulás.” (Bellman, 1978)</p> <p>„Egy új, izgalmas kísérlet számítógépek gondolkodóvá tételére... a szó szoros értelmében.” (Haugeland, 1985)</p>	<p style="text-align: center;"><b>RACIONÁLIS GONDOLKODÁS</b></p> <p>„A mentális képességek tanulmányozása számítógépes modellek segítségével.” (Charniak és McDermott, 1985)</p> <p>„Az észlelést, a következtetést és a cselekvést biztosító számítási mechanizmusok tanulmányozása.” (Winston, 1992)</p>
<p style="text-align: center;"><b>EMBERI VISELKEDÉS</b></p> <p>„Az olyan funkciót teljesítő gépi rendszerek létrehozásának a művészete, amikhez az intelligencia szükséges, ha azt emberek teszik.” (Kurzweil, 1990)</p> <p>„Annak tanulmányozása, hogy hogyan lehet számítógéppel olyan dolgokat művelni, amiben pillanatnyilag az emberek jobbak.” (Rich és Knight, 1991)</p>	<p style="text-align: center;"><b>RACIONÁLIS VISELKEDÉS</b></p> <p>„A számítástechnikai intelligencia az intelligens ágensek tanulmányozását jelenti.” (Poole, 1998)</p> <p>„Az MI... az eszközök intelligens viselkedését jelenti.” (Nilsson, 1998)</p>

Ezeket a fogalmakat érdemes lehet emberi/szellemi képességek és racionalitás szerint csoportosítani.

Az emberi gondolkodásra épülő MI alaptézise, hogy az emberi elme működését kell megismerni, és azt egy rendszerben modellezni. Ezzel szemben a racionális gondolkodáson alapuló MI az emberi gondolkodásnál lényegesen egzaktabb, alapvetően adatokon alapuló hardverek és szoftverek összességékként írható le. Emberi viselkedésre épülő MI esetében a cél az emberi viselkedés minél pontosabb lemásolása, tehát az emberi gondolatok és érzelmek alapján történő döntéshozatal. Racionális viselkedésen alapuló MI-rendszereknél nem az emberi viselkedés utánzása a fő rendezőelv, hanem a tudományos érvekkel alátámasztott döntéshozatal. [11] [12] Véleményünk szerint a technika jelenlegi állása alapján, elsősorban gyakorlati alkalmazások szempontjából az ésszerűség oldaláról célszerű vizsgálni az MI-rendszereket, hiszen ma még csak egyes szakterületeken látnak el speciális feladatokat. Ugyanakkor mindenképpen foglalkozni kell az emberi elme és annak folyamatai rekonstruálásának lehetőségeivel is, hiszen a technológia fejlődése a jövőben olyan szoftverek, technikai eszközök megjelenését fogja lehetővé tenni, amellyel az emberi érzelmeket (pl. empátia) és képességeket (pl. kognitív gondolkodás, humor) igénylő feladatokat is megoldhatóvá válnak. Ezek alapján tanulmányunkban mesterséges intelligencia alatt az alábbi meghatározást értjük: *Olyan hardver- és szoftvertechnológiák összessége, amely képes önálló döntések meghozatalára tudományos érvek, vagy akár emberi gondolatok, reakciók, érzelmek figyelembevételével.* [1; 10. o.]

### A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA FEJLŐDÉSI TENDENCIÁI

A mesterséges intelligenciának filozófusok és matematikusok gondolatai, hipotézisei, illetve kísérletei tették le az alapjait, amelyek közül – a teljesség igénye nélkül – néhányat érdemes megemlíteni [13] [14]:

- Arisztotelész (Kr.e. 4. sz.) kidolgozta a szillogizmust, egy logikai következtetési formát, amely szerint egy következtetésnek legalább kettő feltétele van;
- Ramon Llull (13. sz.) megkísérelte az „Ars Magna” (Nagy Művészet) megépítését, amely egy minden kérdésre választ adó eszköz lett volna;
- Gottfried Leibniz (17. sz.) kidolgozta a „Calculus ratiocinator” elméletét, amely minden logikai és matematikai számításra képes elvégezni;

- George Boole (19. sz.) kidolgozta az ítéletlogika alapjait, amely az egyértelműen igaz vagy hamis kijelentésekkel foglalkozik;
- Gottlob Frege (19. sz.) kidolgozta az elsőrendű logika alapjait.

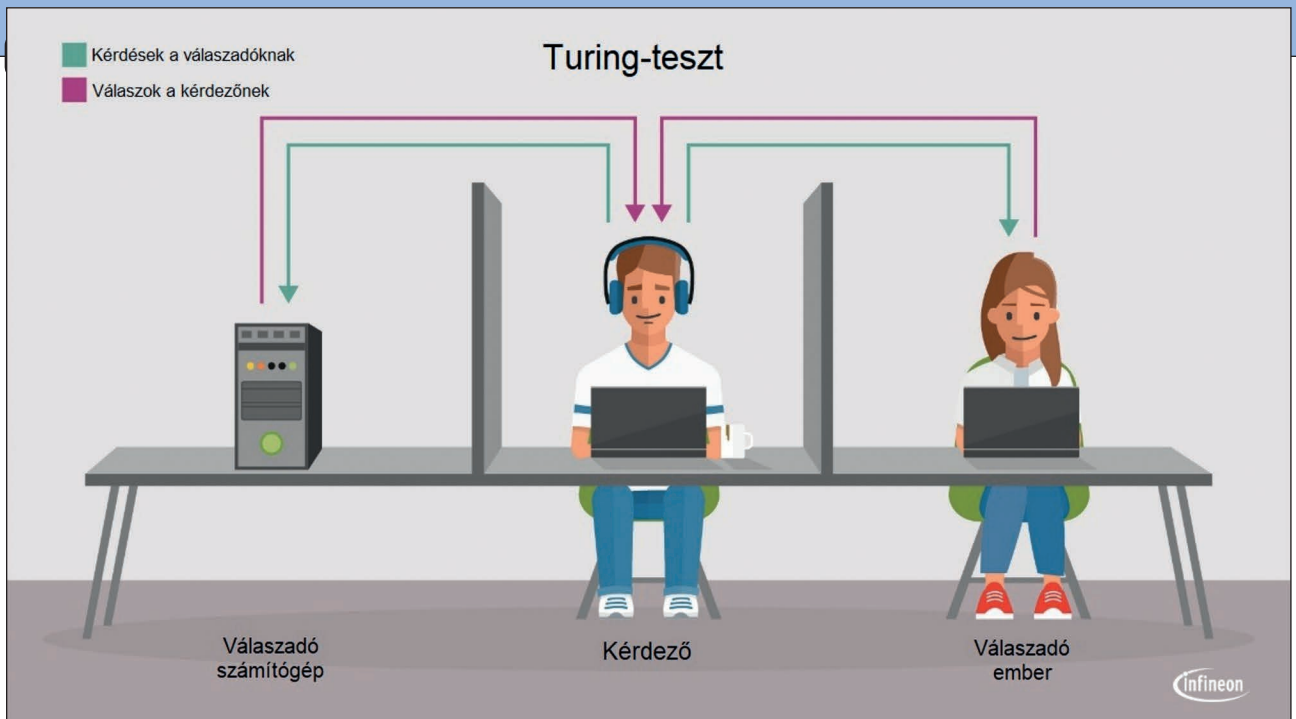
Az elméletek és a gyakorlati megvalósítások időszaka közötti fordulópont 1943-ra tehető, amikor megalkották az első mesterséges intelligenciát, amely attól kezdve a számítástechnika pillanatnyi korlátai között fejlődött változó intenzitással. Azokat a korszakokat, amikor a technológia fejlődési üteme visszaesett, a mesterséges intelligencia telének, míg a fellendülés időszakait a mesterséges intelligencia tavaszának nevezzük.

### AZ ELSŐ MI-TAVASZ (1943–1973)

A mesterséges intelligencia születése tehát 1943-ra tehető, amikor két amerikai tudós, Warren Sturgis McCulloch neuropszichológus és Walter Harry Pitts matematikus megalkotta az első mesterséges neuront, amit azóta az első mesterséges intelligenciaként tartanak számon. McCulloch kortársa, a kanadai Donald Hebb pedig 1949-ben megfogalmazta, hogy a biológiai neuronok közötti szinaptikus kapcsolatok erősödnek, ha két vagy több idegsejt időben és térben egymás mellett aktiválódik. Eredményét később róla nevezték el Hebb-törvénynek, [15] amelynek elméleti és matematikai alapjain nyugszanak a mesterséges neurális háló világában nagy jelentőséggel bíró Hebb-féle tanulási mechanizmus és a Hebb-háló. [16] A fejlődés iránya az 1950-es években fordult a magasabb intelligenciával rendelkező rendszerek megvalósítása felé. Ebből az időszakból említést érdemel például az a brit matematikus és kódfejtő Alan Mathison Turing, aki 1953-ban, az Enigma feltörése után publikálta az általa kidolgozott eljárást, a Turing-tesztet, a Computing Machinery and Intelligence című írásában. A módszer lényege, hogy megpróbálja felmérni, képes-e egy gép emberi kommunikációra, azaz tud-e olyan válaszokat adni, mint egy hús-vér ember. [9] (2. ábra)

A kísérlet úgy zajlik, hogy egy kérdező egy billentyűzet segítségével egy monitoron keresztül kérdéseket tesz fel különböző tesztalanyoknak. A tesztalanyok többsége ember, azonban kell lennie köztük legalább egy számítógépnek is. A tesztalanyok válaszai alapján a kérdező dönti el, hogy emberrel, vagy a „mesterséges létformával” kommunikál. A folyamatot több kérdezővel meg kell ismételni.





2. ábra. A Turing-teszt modellje (A [17] alapján a szerzők fordítása)

Ahhoz, hogy egy számítógépgép, szociális robot, vagy mesterséges intelligencia teljesítse a Turing-tesztet, a kérdezők legalább 30%-át kell meggyőznie emberi mivoltáról. [18] [19]

1956-ban Allen Newell és Herbert Alexander Simon amerikai kutatók értek el áttörést azzal, hogy megalkották a Logic Theorist elnevezésű mesterséges intelligencia programot, amely képes volt több matematikai összefüggés bizonyításra. [20] Az „artificial intelligence”, azaz a mesterséges intelligencia kifejezés akkor még nem is létezett, hivatalosan John McCarthy informatikus csak 1956 nyarán, a Dartmouth-konferencián használta először. Az MI ettől az időponttól számít igazán önálló tudományos területnek [21], amelynek a 3. ábrán látható tudósokat tekinthetjük alapító atyjainak.

A következő fontos mérföldkő letételére további 10 évet kellett várni, amikor Joseph Weizenbaum német informatikus 1966-ban megalkotta Elizát, az első chatbotot<sup>1</sup>-ot. Terve eredetileg az volt, hogy ezzel a viszonylag egyszerű algoritmussal tart görbe tükröt az MI-kutatók elé, ezért a program bizonyos kulcskifejezések észlelésekor egy adatbázisban előre rögzített szövegrészek közül választotta ki véletlenszerűen a válaszokat, ezáltal tartva fent a kommunikáció látszatát. Találmánya ugyanakkor olyan jól sikerült, hogy ezt tekintjük a mai értelemben vett chatbotok őseinek. Az MI a szoftverek világából 1973-ban lépett ki először, amikor Ichiro Kato japán kutató megalkotta az első humanoid robotot, a WABOT-1-et (4. ábra), amely képes volt japánul kommunikálni, az emberhez hasonló módon mozogni és tárgyakat mozgatni. [11]

3. ábra. A mesterséges intelligencia alapító atyjai [22]



Ebben az időszakban több speciális programozási nyelvet is fejlesztettek különböző MI-rendszerekhez, mint például a LISP (List Processing – Listafeldolgozás), a PROLOG (Programmation Logique – Logikai Programozás), vagy az OPS5 (Official Production System 5 – Hivatalos Gyártási Rendszer 5). [18] Érdemes azt is megjegyezni, hogy akkor már a félvezető alapú számítástechnika egyre nagyobb ütemben szorította ki a relékre és elektroncsövekre épülő eszközöket, így vezetve át az MI-fejlesztéseket is az integrált áramkörök (IC – Integrated Circuit) és mikroprocesszorok korába. [22]

Ebben az időszakban tehát rendkívül nagy volt a lelkesedés és az elvárás is az új technológia iránt, számos területen vártak áttöréseket. Ennek érdekében a kutatók különböző logikai modellek, matematikai levezetések, algoritmusok megalkotásán dolgoztak, amelyek bár valóban elkezdtek kiszélesíteni a mesterséges intelligencia által kínált lehetőségeket, de a gyakorlati alkalmazások területén igazi áttörést nem eredményeztek.

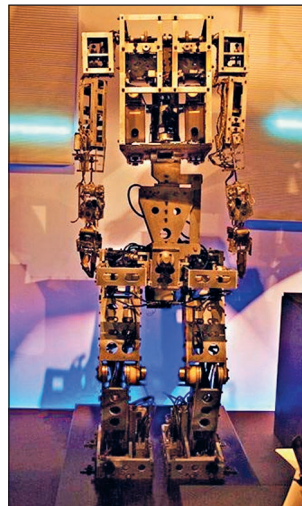
### Az ELSŐ MI-TÉL (1973–1980)

A mesterséges intelligenciában rejlő potenciál mielőbbi kiaknázásának lehetőségébe vetett hit, valamint a várható profit miatt számos vállalat, illetve kormányzati szervezet is nagy összegeket fektetett a technológia kutatásába. Ennek ellenére hosszú évek alatt sem sikerült a kutatóknak a befektetők által támasztott elvárásoknak megfelelni, ezért egyre többen kérték a futó programok felülvizsgálatát. 1970-ben az Egyesült Királyság Tudományos és Ipari Fejlesztések Minisztériumának (DSIR – Department of Scientific and Industrial Research) Tudományos Kutatói Tanácsa (SRC – Science Research Council) Sir Michael James Lighthill brit matematikust bízta meg az MI helyzetéről szóló beszámoló elkészítésével, ami Lighthill-jelentés néven vált ismertté. Ebben a szerző élesen kritizálta az addig elért eredményeket, aminek következtében a brit kormány a következő években csökkentette, illetve teljesen megvonta az állami támogatást a mesterséges intelligenciát kutató intézményektől. [24] Hasonló folyamatok zajlottak az Amerikai Egyesült Államokban is, ahol a Fejlett Védelmi Kutatási Projektek Ügynöksége (DARPA – Defense Advanced Research Projects Agency) finanszírozta az ilyen irányú kutatásokat, majd az eredménytelenség miatt elvonta a források jelentős részét. Nemzetközi szinten is hasonló korlátozó intézkedéseket hoztak az MI-kutatásokat támogató egyetemek, vállalatok, katonai és rendvédelmi szervezetek, valamint kormányok, amelynek hatására beköszöntött a mesterséges intelligencia első tele.

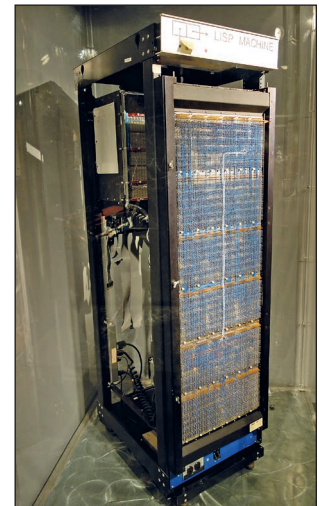
Az ok alapvetően a technológiával szemben támasztott túl korai és túlzott elvárásokban keresendő. A kutatások kezdeti fázisaiban a tudósok és a befektetők egyaránt arra számítottak, hogy az MI már rövid időn belül számos feladat ellátására képes lesz. Az idő múlásával azonban kiderült, hogy a gyakorlatban történő alkalmazáshoz szükséges szint elérésére a technológia még nem áll rendelkezésre, emiatt a fejlesztések sem haladtak az elvárt ütemben. A befektetők ezért olyan technológiákat kerestek, amelyek hatékonyabbak voltak a korabeli problémák megoldásában. [22]

### A MÁSODIK MI-TAVASZ (1980–1987)

A következő fordulópontot egy szimbolikusnak tekinthető esemény, az első nemzetközi MI-konferencia jelentette,



4. ábra. Az első humanoid robot, a WABOT-1 [23]



5. ábra. Egy Lisp-gép [26]

amelyet 1980. augusztus 18. és 21. között rendeztek az amerikai Stanford Egyetemen, a Mesterséges Intelligencia Fejlesztéséért Szövetség (AAAI – Association for the Advancement of Artificial Intelligence) szervezésében. Ezen az eseményen már olyan fejlett alkalmazási lehetőségek kerültek a programba, mint a gépi látás (CV – Computer Vision), a természetes nyelvi feldolgozás (NLP – Natural Language Processing), a problémamegoldás, a matematikai bizonyítások, a gazdasági modellező programok, vagy a szakértői rendszerek. [25] A második tavasz folyamán még öt hasonló rendezvényre került sor, amelyeken újabb kutatási eredményeket publikáltak, illetve kijelölték az aktuális fejlesztési irányokat.

Az igazi kitérést a tudományág számára a szakértői, vagy más néven tudásalapú rendszerek gyakorlati alkalmazásának elterjedése jelentette, amelyek olyan feladatspecifikus tudással és analitikus képességgel rendelkeztek, amelyek segítségével például a befektetők már kockázatosabb tranzakciókba is bele mertek vágni. Így a vállalkozói kedvvel párhuzamosan a fejlesztésekre szánt anyagi erőforrások volumene is jelentősen megugrott, amely látványos fejlődést produkálva, egy önmagát gerjesztő folyamatá alakult. Ennek hardveres hátterét az elmúlt közel egy évtized számítástechnikai fejlődése biztosította. Az akkori számítógépek a korábbi berendezéseknél már lényegesen nagyobb teljesítményre voltak képesek, és használatuk is dinamikusabban terjedt, mint elődeiké. [22] Az időszakra jellemző tudásalapú rendszerek jelentős része az úgynevezett Lisp-gépeken (5. ábra) futott, amelyeket a Lisp Machines Inc. gyártott kifejezetten a Lisp programozási nyelven történő fejlesztés hatékony támogatására. [18] [26]

A látványos eredmények ellenére a második MI-tavaszi tisztavirág életűnek bizonyult, hiszen az addig kvázi monopol helyzetben lévő tudásalapú rendszereknek új konkurenciával kellett szembenéznük.

### ÖSSZEZÉS

A kezdeti időszakban tehát a mesterséges intelligenciával szemben támasztott túlzott elvárásoknak a korabeli technológia még nem volt képes megfelelni, így a három évtizedes ígéretést követő bizalomvesztés maga után vonta a források jelentős csökkentését is. Habár az első telet követően az MI fejlődésének dinamikája újra és újra fellendült,



egy-egy új kihívás miatt ezek a folyamatok ismételtetn megtorpantak. Nem volt ez másként a technológia második tavaszát követően sem. A tanulmány következő részében a mesterséges intelligencia fejlődésének 1987 és napjaink közötti időszakát kívánjuk bemutatni, így érthetővé válik, miként vált ez a technológia a technikai fejlődés motorjává, és miként alakulhat majd jövője a következő évtizedekben.

(Folytatjuk)

## HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Virágh Krisztián. *A mesterséges intelligencia fejlődési tendenciái és katonai alkalmazásának perspektívái*, Tudományos Diákköri dolgozat, Budapest, Nemzeti Közszerkeleti Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, 2020.;
- [2] Celine Herweijer. *8 ways AI can help save the planet*, World Economic Forum, 24. January 2018. <https://www.weforum.org/agenda/2018/01/8-ways-ai-can-help-save-the-planet/> (Letöltve: 2021.6.2.);
- [3] *Agenda 2030*, <https://ensz.kormany.hu/agenda-2030> (Letöltve: 2021.6.2.);
- [4] *A honvédelmi miniszter 17/2019. (III. 8.) HM utasítása a Magyar Honvédség képességfejlesztése érdekében kidolgozott Zrínyi 2026 Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program megvalósításával kapcsolatos egyes feladatok végrehajtásáról*, Honvédelmi Közöny, CXLVI. Évfolyam 3. Szám, pp. 356–360, 2019.;
- [5] *5/2018. (II. 23.) HM utasítás a honvédelmi szervezetek 2018. évi feladatainak, valamint a 2019-2020. évi tevékenysége fő irányainak meghatározásáról*, Honvédelmi Közöny, CXLV. évfolyam 3. szám, pp. 305–309, 2018.;
- [6] *Magyarország Mesterséges Intelligencia Stratégiája 2020-2030*, 2020. <https://digitalisjoletprogram.hu/files/6f/3b/6f3b96c7604fd36e436a96a3a01e0b05.pdf> (Letöltve: 2021.6.2.);
- [7] Horváth Balázs. *Megalakult a Mesterséges Intelligencia Koalíció*, 2018. október 12. <http://ivsz.hu/hirek/megalakult-a-mestersleges-intelligencia-koalicio/> (Letöltve: 2021.6.2.);
- [8] Berta Sándor. *Mesterséges intelligencia minisztériumot hozott létre Dubaj*, SG.hu Hírmagazin, 2019. október 21. <https://sg.hu/cikkek/it-tech/138324/mestersleges-intelligencia-minisztériumot-hozott-le-re-dubaj> (Letöltve: 2021.6.2.);
- [9] Dr. Dudás László. *Mesterséges Intelligencia*, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Általános Informatikai Intézet Tanszék, <http://ait.iit.uni-miskolc.hu/~dudas/MIEAok/Mlea1.PDF> (Letöltve: 2021.6.2.);
- [10] Négyesi Imre, *A mesterséges intelligencia és a hadsereg I*, Hadtudományi Szemle, 10. Évfolyam 2. szám, 2017, p. 25. [http://epa.oszk.hu/02400/02463/00035/pdf/EPA02463\\_hadtudomanyi\\_szemle\\_2017\\_2\\_023-034.pdf](http://epa.oszk.hu/02400/02463/00035/pdf/EPA02463_hadtudomanyi_szemle_2017_2_023-034.pdf) (Letöltve: 2020.1.13.);
- [11] Stuart Russel, Peter Norwig. *Artificial Intelligence: A Modern Approach (3rd Edition)*, Prentice Hall, 2010.;
- [12] Eszteri Dániel. *A mesterséges intelligencia fejlesztésének és üzemeltetésének egyes felelősségi kérdései, Infokommunikáció és jog*, pp. 47–57, 2015. <http://real.mtak.hu/97079/> (Letöltve: 2021.6.2.);
- [13] Nils J. Nilsson. *Artificial Intelligence: A New Synthesis*, Stanford, Morgan Kaufmann, 1998. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-27773-7>;
- [14] George F. Luger. *Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving (6th edition)*, Addison Wesley, 2009.;
- [15] *Hebb törvénye: a tanulás neuropszichológiai alapja*, 2021. június 02. <https://hu.yestherapyhelps.com/hebb-s-law-the-neuropsychological-basis-of-learning-13398> (Letöltve: 2021.6.2.);
- [16] Csató Lehel. *Mesterséges Intelligencia*, Matematika-Informatika Tanszék Babes–Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár, 2010/2011. <https://docplayer.hu/107802169-Mesterseges-intelligencia-csato-lehel-csato-lehel-matematika-informatika-tanszek-babes-bolyai-tudomanyegyetem-kolozsvar-2010-2011-1-363.html> (Letöltve: 2021.6.2.);
- [17] *What is artificial intelligence?*, Infineon Technologies AG, <https://www.infineon.com/cms/en/discoveries/definition-artificial-intelligence/> (Letöltve: 2021.6.2.);
- [18] Michael Negnevitsky. *Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent Systems (3rd Edition)*, Addison Wesley, 2011.;
- [19] Alan Mathison Turing. *Computing Machinery and Intelligence*, Mind, Vol. 59. No. 236., pp. 433–460, 1950. <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>;
- [20] Leo Gugerty. *Newell and Simon’s Logic Theorist: Historical Background and Impact on Cognitive Modeling*, Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, Volume: 50 Issue: 9, pp. 880–884, 2006.;
- [21] Elaine Woo. *John McCarthy dies at 84; the father of artificial intelligence*, Los Angeles Times, 20. March 2014. <https://www.latimes.com/local/obituaries/la-me-john-mccarthy-20111027-story.html> (Letöltve: 2021.6.2.);
- [22] *Explainer Video: What are the AI Winters?*, Cognilytica, 2018. <https://www.cognilytica.com/2018/06/29/explainer-video-what-are-the-ai-winters/> (Letöltve: 2021.6.2.);
- [23] Patrick Abeels, *The WABOT-1*, Pinterest, <https://hu.pinterest.com/pin/549298485772019771/> (Letöltve: 2021.6.2.);
- [24] Professor Sir James Lighthill, Professor Norman Stuart Sutherland, Dr. Roger Michael Needham, Professor Hugh Christopher Longuet-Higgins és Professor Donald Michie. *Artificial Intelligence: A General Survey*, Science Research Council of Great Britain, 1973.;
- [25] *First National Conference on Artificial Intelligence*, Menlo Park, California: AAAI Press, 1980. <https://www.aaai.org/Library/AAAI/aaai80contents.php> (Letöltve: 2021.6.2.);
- [26] *The Lisp Machine: Noble Experiment Or Fabulous Failure?*, P. T. Withington (Symbolics, Inc.), 1991. <https://www.ifis.uni-luebeck.de/~moeller/symbolics-info/literature/LispM.pdf> (Letöltve: 2021.6.2.).

## JEGYZETEK

1 A chatbot olyan fejlett szoftver, amely képes az emberihez rendkívül hasonló beszélgetésre és interaktív kommunikációra valós személy beavatkozása nélkül. (A szerk.)



Dr. Gulyás Attila\*

# Ötödik generációs vezetékes, és vezeték nélküli hálózatok egyes modulációs megoldásai

I. rész

## BEVEZETÉS

Az információs technológiai fejlődés a XXI. század második évtizedében is töretlennek mondható. Műszaki tekintetben a hálózati összetevők – jelkibocsátó (adó) – hang- és adatátviteli közeg (csatorna) – jelfogadó (vevő) – együttesen biztosítják a jelátvitel folyamatosságát, időbeliségét és zavarvédeltségét, az előzetesen meghatározott, valamint a hálózati minőségi követelményeknek<sup>1</sup> történő megfelelést [1]. A XXI. században az infokommunikációs mobilitás hangsúlyosan jelenik meg a társadalom minden funkcionális alrendszerének (infokommunikációs infrastruktúráinak) életében, ugyanakkor – a hálózat nyújtotta szolgáltatások elemzéseinek eredményeként<sup>2</sup> – általánosnak mondható az igény a kis méretű (és kis energiafelhasználású), egyszerűen telepíthető és hordozható híradástechnikai eszközök (beleértve az ember-gép és a gép-gép kapcsolatokat) üzemeltetésére az ipari és gazdasági fejlesztések területén is. [2]

A fentiek következtében növekvő érdeklődés és fókuszált figyelem tapasztalható a vezeték nélküli (mobil) alkalmazások területére is, amelyek az egyének és csoportok szolgálati (munka) célú feladatrendszerén túl, a magánjellegű kapcsolattartást is biztosítják (közösségi média, kép- és videómegosztó portálok a multimédiás tartalomszolgáltatás elősegítésére, felhőalapú adattárolás és megosztás). Hangsúlyosak az ipari, a gazdasági és a kereskedelmi célú adatátviteli rendszerek, továbbá a védelmi (rend- és honvédelmi) célokra fejlesztett hálózatok is. A felhasználók jelenlős igényszinttel állnak elő a megbízhatóan üzemelő, nagy adatátviteli kapacitású rendszerek fejlesztése területén.

Ezen hálózati alkalmazásokon belül a mobil hálózati (célás) rendszerek fejlesztése – többek között a társadalmi, az üzleti és a gazdasági szempontok előtérbe kerülése miatt – hívott életre innovatív műszaki megoldásokat, amelyek szabványosított formában immár lehetővé teszik az alacsony késleltetési idővel tervezhető, több száz gigabites sávszélességű adatátviteli rendszerek tervezését, üzemeltetését/felügyeletét és folyamatos karbantartását. [3]

A korszerű műszaki megoldások fejlesztési folyamatai magas szinten elégíthetik ki az igényt a hang alapú analóg és digitális információátvitelről a multimédiás forrásátvitelre történő áttérésre. Ugyanakkor le kell szögeznünk, hogy műszaki tekintetben, a digitális jelfolyamátvitel szempontjából közömbös annak vizsgálata, hogy a „mintavétel – kvantálás – kódolás – átviteli csatornára történő optimalizálás” folyamatának a szempontjából pontosan mi az információ (hang alapú vagy kép, mozgókép, egyszerű vagy komplex áramkörvezérelt jelzésrendszer stb.), amelyet továbbítani szeretnénk. A kulcsfeladat tehát, hogy nagy mennyiségű adatbitet kell a minimális (szabványértéken belüli) késleltetéssel, rögzített tűréshatáron belüli adatvisszaállítással (azaz a vételi oldalon a megfelelő szintű reprodukcióval) továbbítani, amely folyamat együttesen biztosítja a szolgáltatás-minőség<sup>3</sup> magas szintjét.

Mint közismert, a rádiótelefon-berendezések, ipari jelfogók, szenzorok és a működésüket lehetővé tévő hálózati elemek/összetevők igény- és szolgáltatás alapon szerveződött folyamatos fejlődése során eljutottunk az ötödik generációs adatátviteli/hálózati rendszerekhez (a továbbiakban: 5GS<sup>4</sup>), amelyet alapvetően az Internet Protokoll (IP) szabvány<sup>5</sup> [4] alapján szerveződött vegyes hálózatok összekapcsolása, illesztése, üzeme és felügyelete jellemez.

Az 5GS technológia tanulmányozása még a műszaki területen jártas szakembereknek is kihívást jelenthet, hiszen az évekkel ezelőtti előjelzéseket követően 2020-ra csupán néhány európai nagyvárosban indult meg annak kísérleti kialakítása és tesztüzeme, ugyanakkor a szabványosítás lépései lemaradnak az egyes kereskedelmi vállalkozások beruházásaitól. Figyelemfelkeltő lehet továbbá, hogy jelentős szakirodalmi kutatást követően sem található olyan műszaki előrelépés, amely irányt mutathatna az 5GS katonai alkalmazására akár nemzeti, akár nemzetközi viszonylatban.

A tudományos közlemény első részében röviden ismertetjük az 5GS-el szemben támasztott követelményeket, majd megvizsgáljuk a rendelkezésre álló, nagy sebességű adatátvitelt lehetővé tévő, egyes modulációs módokat.

**ÖSSZEFOGLALÁS:** Az ötödik generációs vezetékes, és vezeték nélküli hálózatok fejlesztésének tervezési időszakában indokolt megvizsgálni az IMT-2020 ajánlásaiban megfogalmazott hálózati paraméterek elérését lehetővé tévő modulációs eljárásokat. A tanulmány a jelenlegi szabványok és ajánlások alapján egyes QAM eljárásokat tekinti a műszaki vizsgálatok alapjának. Célja, hogy jobban feldolgozhatóvá váljanak az 5G hálózatok alapját képező modulációs megoldások a magas adatsebesség, a nagyobb sávszélesség és az optimalizált teljesítményfelvétel biztosítására.

**KULCSSZAVAK:** IMT-2020, 5GN, QAM

**ABSTRACT:** In the advent of the development of fifth-generation wired and wireless networks, it is important examining the achievement of the network parameters set out in the IMT-2020 recommendations, enabling modulation procedures for a comprehensive network approach. This paper examines a couple of existing QAM procedures run by current standards and recommendations to begin the modulation solutions plannable, underlying the 5G networks be able to ensure high data rates, higher bandwidth, and optimized power consumption.

**KEY WORDS:** IMT-2020, 5GN, QAM

\* Ezredes, infokommunikációs főnök, Közép-európai Hadosztály Parancsnokság Székesfehérvár. ORCID: 0000-0001-5774-5757



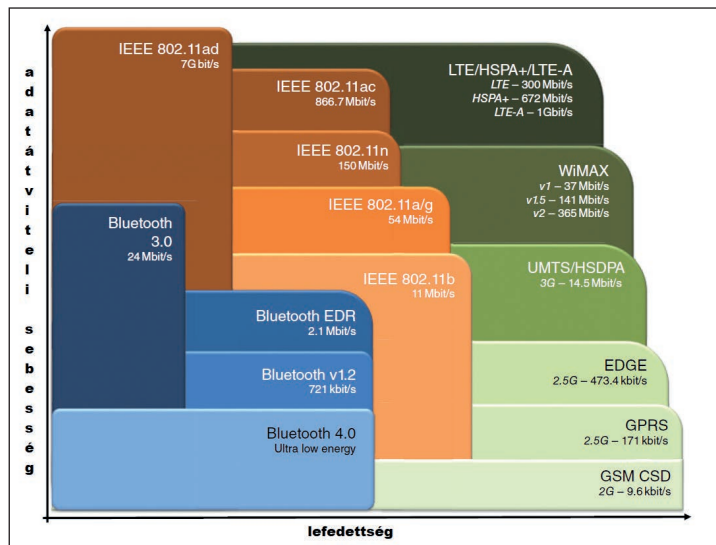
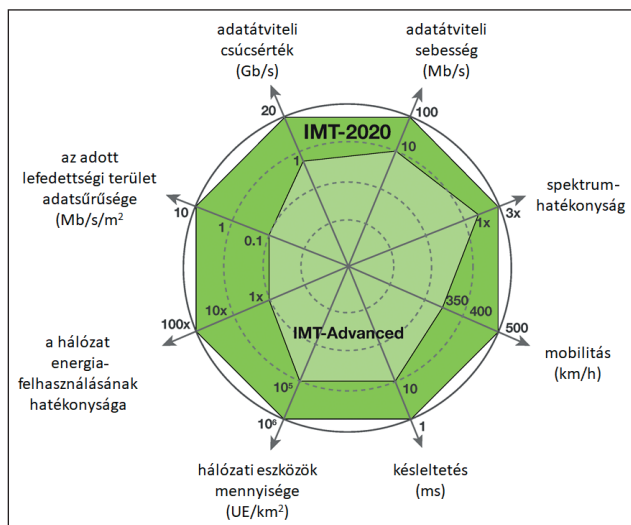
**A HÁLÓZATOK EVOLÚCIÓJA**

A vezetékes és a vezeték nélküli infokommunikációs rendszerek<sup>6</sup> fejlődését több kutató is feldolgozta, [5] ezért eltekintünk a műszaki innovációk részletes ismertetésétől, hiszen célunk az 5GS hálózati alkalmazások vizsgálata az átviteli modulációk és csatornakialakítások szempontjából.

Az ötödik generációs hálózati követelmények részletezéséhez a legautentikusabb források a Nemzetközi Távközlési Egyesület Infokommunikációs Szakcsoportjának (ITUER<sup>7</sup>) hálózatspecifikáció-összefoglalói, amelyeket a nemzetközi telekommunikációs fejlesztések irányának kijelölése érdekében fogalmaztak meg (IMT-A és IMT-2020<sup>8</sup>), kutatási-fejlesztési célokra létrehozott polgári vállalkozásokkal támogatva (például 3GPP<sup>9</sup>). [6][7]

Az 5GS-sel szemben támasztott követelményeket vizsgálva kitűnik, hogy azok felülről nem korlátozottak, azaz nem határozták meg pontosan a maximálisan elérhető adatátviteli sebesség/sávszélesség viszonyát, a jelkésleltetés időintervallumát. Csupán ajánlásokat fogalmaztak meg a jelenlegi (GSM/GPRS/EDGE/UMTS/LTE-A/IEEE802.11 szabványcsalád<sup>10</sup>) műszaki paramétereinek többszörözésére. Ezen tényből egyenesen következik az alkalmazott műszaki megoldások széles spektrumon belül megvalósítható, szabad kiválasztásának lehetősége (pl.: alkalmazott frekvenciák, modulációs módok és többfázisú antennák együttes alkalmazása), amelynek csak a fizikai és gazdasági/pénzügyi korlátok jelölhetik ki a határvonalát. Az ajánlások, az LTE-A hálózati paraméterekre támaszkodva az adatátviteli sebesség növelését a gyakorlatban mérhető 10–50 Mb/sec-ról néhányszor 10 Gb/sec értékre, a jelkésleltetés időintervallumot 70–50 ms-ról 10–1 ms-re (vagy annál kisebbre) vizionálják. A hálózati végfelhasználói eszközök (UE<sup>11</sup>) számát az LTE-A hálózatokhoz képest – a felhasználói igények kielégítésére – százszorozni indokolt, azok akkumulátorkapacitásában, azaz az akkumulátorok üzemidejének hosszában legalább tízszeres javulást kell (javasolt) elérni. E fenti fejlesztések megvalósulásának alapját képezi a tárgyak internete<sup>12</sup> és a gép-gép<sup>13</sup> összekapcsolások, a szenzorhálózatok integrációja, az okoseszközök (okosházak, önvezető/autonóm munkagépek, gépjárművek és funkcionális robotok) adatcsere-felgyorsításának is. Az 1. ábrán az IMT-2020 ajánlásoknak megfelelő 5GS rendszerparaméterek láthatók.

**1. ábra. Az IMT-2020 hálózati paraméterek tervezése** (A szerző szerkesztése a [8] alapján)



**2. ábra. Vezeték nélküli adatátviteli technológiák grafikus ábrázolása** (A szerző szerkesztése a [14] alapján)

Ugyanakkor az IMT-2020 felhívja a figyelmet az IEEE 802.11 [9] szabványcsalád, a Bluetooth és a WiMAX<sup>14</sup>, a ZigBee<sup>15</sup> és a LoRaWAN<sup>16</sup> [10][11][12] hálózatok integrációjára a helyi (LAN<sup>17</sup>) és a szélesebb körben értelmezett (WAN<sup>18</sup>) hálózatok által nyújtott adatátviteli szolgáltatások kihasználása érdekében. Erdemes említést tenni a 2021. február 9-én elfogadott IEEE 802.11 ax-2021 szabványról (ismert még, mint hatodik generációs WiFi szabvány – WiFi6), amely biztosítani képes az IMT-2020-ban meghatározott ajánlásoknak megfelelő adatátviteli sebességet, átviteli sávszélességet és jelkésleltetést, magasabb rendű amplitúdómodulációt (legalább 1024-szeres QAM<sup>19</sup>) és többszörözött frekvencia-újrafelhasználást alkalmazva. [13] A teljesség igénye nélkül, a 2. ábrán áttekinthetők a fontosabb, az 5GS által lefedni szükséges hálózatok, amelyek alaphálózatoknak tekintendők az IMT-2020-ban rögzített rendszerparaméterek eléréséhez.

Frekvenciafelhasználás és management szempontjából e megnövekedett hálózati igények határozottan indokolják a rendelkezésre álló véges rádiófrekvenciás spektrum elosztásának újratervizálását. Szükséges integrálni a jelenlegi LTE-A és a korábbi vezeték nélküli hálózati szabványok által használt, elfoglalt frekvenciatartományok felhasználását új spektrumkomponensek elsődleges (inkumbens) vagy eseti (opportunistikus), de folyamat-megközelítés szempontjából koherens alkalmazásával. A frekvenciafelhasználás és az üzemmódozások területén is előtérbe kerülnek a kognitív berendezések, amelyek a hálózat(ok) folyamatos monitorozásával képesek a saját – ezen keresztül a hálózati – paraméterek folyamatos módosítására annak érdekében, hogy az adott hálózatra előírt QoS teljesülhessen. Ennek megfelelően az LTE-A fejlesztésekor és alkalmazásakor a már az 1980-as évek vége óta használatban lévő 900/1800/2100 MHz-es frekvenciatartományok (csatornák távolsága 1,4–20 MHz közötti) felhasználása kiegészül a 700 MHz, a 3,4–3,8 GHz, a 24,25–27,5 GHz és a 31,8–33,4 GHz (milliméteres) frekvenciatartományokon történő üzemmel is.

A jelkésleltetés hardveroldali támogatásának szempontjából, a felhasználói igények növekedésével a sávszélességet jelentős mértékben szükséges fejleszteni és az előjelzések alapján többszöröződő felhasználói eszközök azonos cellában történő megjelenése miatt, indokolt a speciális antennarendszerek telepítése, valamint fejlett modulációs eljárások kidolgozása. A nagy sávszélességigény kielégítésére – többek között – többfázisú antennák (MU-MIMO<sup>20</sup>), analóg-

digitális átalakítók (ADC<sup>21</sup>) és fázismodulációs eljárások alkalmazhatók.

Belátható, hogy az IMT-2020 ajánlások alapján tervezett, és teszttel jellel már kialakított hálózatok egyrészt integrálják a meglévő vezeték és vezeték nélküli hálózatok átviteli képességeit, ugyanakkor a kiaknázható újabb frekvenciatartományok, a modulációs eljárások evolúciója, az ezeket hatékonyan támogatni képes hardver- és szoftverelemek kialakítása új – a régi és az újabb hálózatok integrációjából származó – hibrid hálózatot eredményez. Ennek a fejlesztése jelentős anyagi és tudományos befektetést kíván annak érdekében, hogy az ajánlásokban meghatározott műszaki paraméterek teljesülhessenek. A továbbiakban a megnövekedett követelményeket perspektivikusan kielégítő modulációs módokat vizsgáljuk.

### AZ IMT-2020 AJÁNLÁSOKAT PERSPEKTIVIKUSAN KIELÉGÍTŐ, EGYES MODULÁCIÓS MÓDOK ÁTTEKINTÉSE

Ahogy az IMT-2020 ajánlásban megfogalmazásra kerül, az 5GS hármass követelményrendszere az alábbiak szerint foglalható össze:

- a vezeték nélküli rendszer jelátviteli sebességének és sáv szélesség-növelésének (eMBB<sup>22</sup>) a lehetővé tétele,
- M2M/IoT hálózatok kiemelt támogatása (mMTC<sup>23</sup>),
- rövid jelkésleltetési intervallumok (urLLC<sup>24</sup>) tervezése.

Vizsgáljuk meg, hogyan elégíthetőek ki ezen követelmények. [15]

Az elektromágneses (EM) spektrum hatékonyabb felhasználása érdekében elsősorban a modulációs eljárás helyes megválasztása (jel/impulzus alakjának a megfelelő szűrőáramkörökkel történő körültekintő tervezése) követeli a legnagyobb figyelmet. Ugyanakkor az impulzusokat elválasztó, a frekvencia- és időtartományban is meghatározható sávok (elválasztó területek) csökkenthetik az EM spektrum optimális felhasználását. Ahogy a gyakorlati tapasztalatok megmutatják (LTE-A), az EM spektrum optimális felhasználását támogathatja a többfázisú antennák üzeme, ugyanakkor figyelemmel kell lenni a magasabb szintű modulációk alkalmazásából egyenesen következő rendszerkomplexitás növekedésére, amelynek ésszerű korlátok között tartása műszaki alapkövetelmény a tervezőmérnökök számára. A körültekintő jelforma-kialakítás, a rövidebb adattovábbítási időkeretek (TTI<sup>25</sup>) támogatják az alacsony jelkésleltetési időintervallumokra (1 ms) való törekvést. Magas megbízhatóságú adatátvitel, kitételként az 5GS esetében, a bithibák számának a minimalizálásában jelenik meg (BER és BLER<sup>26</sup>), amely szorosan kapcsolódik a jelkésleltetési időintervallum leszorításához, hiszen a kisebb arányban megjelenő bittévesztés jelentősen felgyorsítja a jelfeldolgozást a vételi oldalon.

Nem kevésbé hangsúlyos az aszinkron hálózati képesség fokozott támogatási igénye sem, elsősorban az M2M és IoT adatszinkronizáció területein (mMTC). A tapasztalatok alapján a szinkronizált kapcsolatokhoz szükséges csatornaparaméterek biztosítása csökkentheti a hálózat spektrális hatékonyságát. Ugyanakkor az ipari szenzorok, valamint az egyéb gép-gép és a gép-ember közötti aperiodikus adatátvitel rövid időtartományon vizsgálva akár jelentős interferenciához is vezethet. Tehát a meghatározott frekvenciatartományokban a frekvencia multiplexhez használt hullámformák optimális megválasztása csökkentheti a csatornák szinkronizálási igényét. A perspektivikusan alkalmazni kívánt hullámformák tekintetében a komputációs komplexitás<sup>27</sup> kérdéskörével is érdemes foglalkoznunk. A kialakítás és visszaalakítás kritikus mutatója azok szá-

mítási, előállítási bonyolultsága, amely az adó és a vevő által elvégzendő műveletek számából és összetettségéből adódik össze. A költség- és energiahatékony hálózattervezés, a későbbi üzemeltetés tekintetében tehát különleges szűrőalgorithmusok, az interferenciát csökkentő eljárások programozásának mérlegelésére kényszeríti a hálózattervezőket, hiszen egyensúlyt kell találni az ajánlásban rögzített hálózati paraméterek biztosítása, valamint a rendszer egyszerűbben történő kialakítása és üzemeltetése között. Az energiahatékonyság kérdéséhez szorosan kapcsolódik még a hírközlő csatornán átvitt információ, a spektrális jelalakok átlagos és a csúcsteljesítményeinek (logaritmusos) viszonya (PAPR<sup>28</sup>). Alacsony PAPR-érték szükséges mind az adó, mind a vevőoldali erősítők hatékony működtetéséhez, hiszen ezek a hálózati részzalkotóelemek rendelkeznek – többek között – a legnagyobb energiaszükséglettel.

A vezeték nélküli hálózatok fejlődésének folyamatosságából következően – a továbblépés érdekében – szükséges kijelölni, mi az a már létező, üzemelő infokommunikációs hálózat, amelyre, mint referenciarendszerre támaszkodhatunk az 5GS tervezésekor. [16] Szakmai berkekben általános az a vélekedés, hogy a LTE-A (IMT-A) és az IEEE 802.11 szabványrendszer ismert és bevált hálózati hardver és szoftver elemeit, valamint hálózatüzemeltetési eljárásrendjét célszerű az alapvető kiindulópontnak tekinteni. A továbbiakban tehát – a teljesség igénye nélkül – elsőként az OFDM-eljárást mutatjuk be annak érdekében, hogy a további modulációs eljárások vizsgálatokor kiindulópontként felhasználjuk.

### ORTOGONÁLIS FREKVENCIAOSZTÁSI TÖBBSZÖRÖS MULTIPLEXÁLÁS (OFDM<sup>29</sup>)

Az OFDM az egyik leggyakrabban alkalmazott többvívős modulációs eljárás, amely alapját képezi az LTE-A és az IEEE 802.11 szabványcsalád egyes átviteltechnikai megoldásainak. Induktív módszerrel<sup>30</sup> feldolgozva a témát a bit-alapú információ rádiófrekvenciás csatornán történő átvitelére, a legegyszerűbb megoldás lehet a bitek egyesével, egymás után történő továbbítása az adott frekvencián (csatornán): továbbítom az 1 bitnyi információt, rendszer-specifikációtól függően várok a fogadó visszajelzésére az átviteli sikerességéről (szinkron üzemmódban), majd ennek függvényében újra küldöm az adott bitet, vagy folytatom a kisugárzást/továbbítást a következő bittel. Mindezt addig folytatom, amíg a bitekre bontott információ teljes mennyiségében átvitelre (és visszaigazolásra) kerül. Kiváló példa lehet az ilyen adatátvitelre az amplitúdó-billentyűzés (ASK<sup>31</sup>) gyakorlati megvalósítása.

Fejlettebb eljárás a biteknek előre definiált paraméterek alapján történő csoportosítását követő továbbítása. Az így kialakított bitcsoportokat és a szimbólumokat az adott csatornán egymást követően továbbítjuk. Példa erre az adatátviteli eljárásrendre a kvadratúra fázisbillentyűzés (QPSK<sup>32</sup>) és a kvadratúra amplitúdó-moduláció (QAM<sup>33</sup>). Ezek szolgáltatják az alapját az OFDM-nek, amelynek alkalmazásakor a szimbólumokat, szimbólumcsoportokat többszörös átviteli csatornán (alcsatornán), közel azonos időben továbbítják.

Részleteiben bemutatva, az OFDM alapfogolata, hogy a nagy adatsebességű adatfolyamnak a rádiócsatornán történő átvitele megvalósulhat az adatfolyam több, kisebb sebességű adatcsatornára való bontásával, és azok vivőfrekvenciáinak egyedi, a többi vivőtől független, ortogonális, egyidejű digitális modulációjával. [17][18] A szimbólumok csatornaátvitele megvalósulhat időosztásban



(separation in time: IEEE 802.11 a/g/d), idő és frekvencia-osztásban (separation in time and frequency: IEEE 802.16 d/e, 802.20), valamint kódsztással (separation in codes: MC-CDMA<sup>34</sup>). Ezekkel az eljárásokkal a rádiócsatornában terjedő vivők átviteléhez tartozó szimbólumidők ugyan az eredeti többszörösei lesznek, ugyanakkor a részcsatornák átvitele ellenállóbbá válik a hullámterjedésből eredő időintervallum-eltolással, valamint a csatornazajokkal szemben. A rádiócsatornában továbbítandó digitális/analog függvények a vételi helyre (vevőantenna) nemcsak közvetlen, de közvetett módon (többszörös visszaverődés, reflexió elve) is eljutnak, ezért a vett szimbólumok közötti interferenciával számolni kell. Ha a csatornák közötti legnagyobb időkülönbség  $t_{\max}$ , a továbbított adatok szimbólum ideje  $T$ , a szimbólumok interferenciájának (ISI<sup>35</sup>) értékét az alábbiak szerint kapjuk [19]:

$$|SI| = \frac{t_{\max}}{T} \quad (1)$$

Az  $N$  csatornás többvivős rendszer esetében egy részcsatorna adatátviteli sebessége ( $D_r$ ) a teljes csatornasebesség, és a csatornák számának hányadosa. Ezt figyelembe véve a részcsatorna szimbólumideje ( $T_r$ ) az alábbi összefüggéssel számolható [20]:

$$T_r = \frac{1}{D_r} \quad (2)$$

A matematikai helyettesítésekből következik, hogy a részcsatorna szimbólumideje az eredeti szimbólumidő  $N$ -szerese, azaz az ISI részcsatornára adódó értéke:

$$|SI_r| = \frac{t_{\max}}{T_r} = \frac{t_{\max}}{T \cdot N} \quad (3)$$

Ez az összefüggés rámutat arra, hogy a szimbólumközi interferencia  $N$ -ed részére csökkenésével és a részcsatornák számának helyes megválasztásával a többutas hullámterjedés kedvezőtlen hatásai jelentősen csökkenthetők. Az ISI értékének alacsony szinten tartása a vevőkészülék egyik kiemelt feladata. A vivőfrekvenciák átlagos száma akár több ezerig is terjedhet.

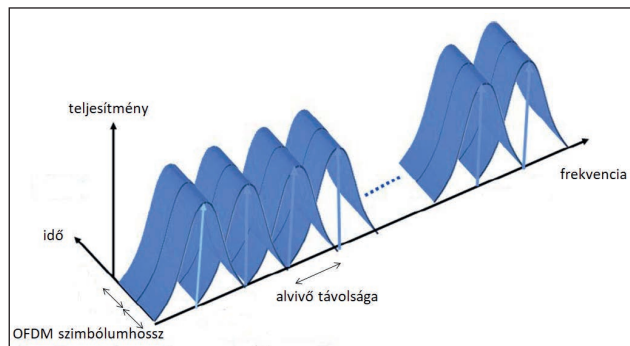
A több vivő modulációja és demodulációja végrehajtható diszkrét Fourier-transzformációval<sup>36</sup> (DFT<sup>37</sup>) [21], gyors Fourier-transzformációval (FFT<sup>38</sup>), illetve annak inverz műveletével (IFFT<sup>39</sup>). Ebben az esetben egy függvény ( $f_r$ )  $N$  darab frekvenciamintával ( $f_m$ ) is megadható, ahol  $m = 0, 1, 2, \dots, N - 1$ . Az  $f_m$  értékei komplex számok, amelyek Fourier-transzformáltja  $N$  számú frekvenciaértékeket ad. A diszkrét Fourier-transzformált matematikai alakja:

$$F_{(n)} = \sum_{m=0}^{N-1} f_r(k) e^{j \frac{2\pi m n}{N}} \quad n = 0, 1, 2, \dots, N - 1 \quad (4)$$

A jelfeldolgozás folyamán követni kell a Shannon/Nyquist<sup>40</sup> mintavételi szabályokat, azaz a mintavételi frekvenciának a legnagyobb alkalmazott frekvenciaérték kétszeresének kell lennie. A sávhatárolt jel egy szimbólumának  $T$  időtartama alatt  $T_{mv}$  gyakorisággal kell  $N$  darab mintát venni ( $\Delta t$  – mintavételi idő,  $B$  – sávzélesség):

$$\Delta t = \frac{1}{2} B = T_{mv} \quad (5)$$

Az idősorozathoz a frekvenciatartomány  $N$  darab ( $N = 0, 1, 2, 3, \dots, N - 1$ ) mintája tartozik. A nulladik elem az időfüggvény átlaga, az első elem az első harmonikus, a további frekvencia-összetevők az első harmonikus többszörösei (felharmonikusai). Így az adott sávzélesség-tartományban elhelyezkedő  $N$  tagú frekvenciasor szimmetrikusnak tekinthető, az  $N$ -edik minta a Nyquist-frekvencia. E szimmetrikus esetben, spektrális tekintetben elegendő az  $N/2$  mintáig



3. ábra. OFDM-jelforma spektrális (idő-frekvencia) ábrázolása (A szerző szerkesztése a [22] alapján)

figyelemmel követni a frekvenciaértékeket. Ez az a frekvenciaérték, amelynek meghatározása kiemelten fontos a későbbi hibamentes adatjel-visszaállítás érdekében (IDFT<sup>41</sup>).

A jelvisszaállítást támogatja a felkeverést megelőzően az időtartománybeli mintákba vegyítendő ciklikus előtag (CP<sup>42</sup>), amely többnyire a jelfolyam  $N$  számú mintájából és az utolsó mintának a jelalak elejére történő másolásával állítanak elő, amellyel a vevőoldali többutas áthallás jelentősen csökkenthető, illetve magas százalékos arányban kiküszöbölhető.

A mintavételezés folyamán természetesen megjelenik az alapsávnak megfelelően az alsó és a felső oldalsáv is. Ha a mintavételezési frekvenciánk kisebb, mint a mintafrekvencia értéke, alul-mintavételezésről beszélünk, ahol az alapsáv és a mintavételezési frekvencia alsó sávja átlapolódik<sup>43</sup>. Az alapsávban zavarösszetevők jelennek meg, amelyek adatátviteli hibákat okoznak. Ennek kiküszöbölése az alkalmazott frekvenciaértékek helyes kiválasztásával, valamint a vevőoldali hibajavító eljárások alkalmazásával valósulhat meg. A 3. ábra segítséget nyújt az OFDM-jelforma háromdimenziós (idő–teljesítmény–frekvencia) spektrális térben történő feldolgozásához.

Az OFDM ortogonális összetevőinek előállítását digitális jelfeldolgozó eljárások végzik el a szinuszos jelek valamely (amplitúdó, frekvencia, fázis) összetevőjének módosításával. A gyakorlatban a leginkább elterjedt műszaki megoldások a már hivatkozott ASK és a QAM, amelyek közül ez utóbbi a leginkább használatos.

(Folytatjuk)

## HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] NATO Science & Technology Organization. *Science & Technology Trends 2020-2040*, 2020. március, pp. 6–19.;
- [2] Haig Zsolt, *Információs műveletek a kibertérben*, Dialóg Campus Kiadó 2018 pp. 96–117.;
- [3] Károly Krisztián, „Automatizált erőkövetési képesség megvalósításának lehetőségei a Magyar Honvédség híradó-informatikai rendszerében” doktori (PhD) értekezés, (NKE KMDI, Budapest, 2019.): p. 229.;
- [4] Deering, S., és R. Hinden. „Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification”, 1998. <https://www.rfc-editor.org/info/rfc2460> (Letöltés: 2020.3.12.);
- [5] Károly Krisztián, „A TETRA AVL szolgáltatás katonai alkalmazásának aspektusai,” *Honvédségi Szemle* 144. évfolyam 1. szám (2016.): pp. 130–143.;
- [6] ITU-R, *Recommendation ITU-R M.2021-3 (IMT-Advanced)* January 2018, pp. 4–23.;

- [7] ITU-R, *Recommendation ITU-R M.2021-4 (IMT-Advanced)* November 2019, pp. 16–23.,
- [8] ITU Radiocommunication Study Group, *IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond*, Document 5/BL/22-E, 21 July 2015, pp. 18–21.;
- [9] *IEEE 802.11, Wireless Local Area Network standards*, March 2020. Internet: <http://www.ieee802.org/11/#>, (Letöltve: 2020.1.12.);
- [10] Károly Krisztián, és András Németh. „The Possibilities of Supporting the Public Functions with Fleet and Force Tracking Systems”. *Academic and Applied Research in Military and Public* 18, sz. 3 (2019): 55–67. <https://doi.org/10.32565/aarms.2019.3.4>.;
- [11] Károly Krisztián. „Szenzorhálózatok adatainak integrálási lehetőségei a perspektivikus erőkövetési rendszerekbe, különös tekintettel az egyéni egészségügyi adatokra”. *Hadmérnök* 14, sz. 1 (2019. április 8.): 260–70. <https://doi.org/10.32567/hm.2019.1.21>.;
- [12] Károly, Krisztián. „LoRaWAN-technológia felhasználási lehetőségei a katonai alkalmazások tükrében”. *Hadmérnök* 14, sz. 3 (2019): 101–11. <https://doi.org/10.32567/hm.2019.3.9>.;
- [13] Mohammed, Dr Habeeb Ur Rahman. „QAM Is Rising: 1024QAM And Beyond”. *Microwaves & RF*, 2014. április 16. <https://www.mwrf.com/technologies/systems/article/21845619/qam-is-rising-1024qam-and-beyond>. (Letöltve: 2020.2.13.);
- [14] Rodriguez, Jonathan, szerk. *Fundamentals of 5G Mobile Networks: Rodriguez/Fundamentals of 5G Mobile Networks*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2015. <https://doi.org/10.1002/9781118867464>;
- [15] Demir, Ali Fatih, Mohamed Elkourdi, Mostafa Ibrahim, és Huseyin Arslan. „Waveform Design for 5G and Beyond”. In *5G Networks: Fundamental Requirements, Enabling Technologies, and Operations Management*, 51–76. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2018. <https://doi.org/10.1002/9781119333142.ch2>.;
- [16] Cinkler Tibor, Simon Csaba, Szabó Örs, Székely Sándor, Jakab Csaba, „5G hálózatok architektúrája.” *Híradástechnika* 71. évf. 2016, pp. 40–44.;
- [17] Sebestyén Ákos, „A DVB-T rádiófrekvenciás visszirányú megoldásainak bemutatása.” *Híradástechnika* 59. évf., sz. 7. (2004): p. 47.;
- [18] Dr. Pap László, „Az új mobil technológiák – az LTE és a kognitív rádió alkalmazások műszaki összefüggései, hatásai” Pro-M Zrt. előadás, 2014. október 26, slides 12–18.;
- [19] Kollár Zsolt, Varga Lajos, Horváth Péter, „Modern, többvívós rendszerek kognitív rádiós alkalmazásokban.” *Híradástechnika* 66. évf., sz. 3. (2011): pp. 74.;
- [20] Kollár, Zsolt, és Péter Horváth. „PAPR Reduction of FBMC by Clipping and Its Iterative Compensation”. *Journal of Computer Networks and Communications* 2012 (2012): 1–11. <https://doi.org/10.1155/2012/382736>;
- [21] Khalid: „An interactive guide to the Fourier Transform” <https://betterexplained.com/articles/an-interactive-guide-to-the-fourier-transform/> (Letöltve: 2021.10.2.);
- [22] Shrikant, Manikandan, Murugesapandian, „OFDMA: is it the multiple system of the future?” AU KBC Research Center Chennai India, p. 03.

## JEGYZETEK

- 1 QoS – Quality of Service (Meghatározott minőségi követelmények).
- 2 SWOT elemzések – Strengths (erősségek) – Weaknesses (technológiai), Opportunities (üzleti) és Threats (gazdasági) elemzések lényegi elemei.
- 3 QoE – Quality of Experience (szolgáltatás érzékelése, tapasztalása).
- 4 5GS – 5th Generation Systems/Services. Az ITU-R, az IEEE 802.11 és a 3GPP szabvány (ajánlás) családban rögzített rendszerparaméterek alapján összeállított, a vezetőkes és a vezeték nélküli hálózatokat tartalmazó, azokat integráló adatátviteli rendszer(ek).
- 5 IPv6: RFC 2460.
- 6 Infokommunikációs rendszerek – katonai vonatkozásban a híradó, informatikai és információvédelmi rendszerek kifejezést alkalmazzuk.
- 7 ITU-R – International Telecommunications Union - Radio Communications Sector.
- 8 IMT-A – International Mobile Telecommunications – Advanced (4G LTE-A) és IMT-2020 (5G).
- 9 3GPP – 3<sup>rd</sup> Generation Partnership Project.
- 10 GSM – Global System for Mobile Telecommunications, GPRS – General Packet Radio Services, EDGE – Enhanced Data GSM Environment, UMTS – Universal Mobile Telecommunications Services, LTE-A – Long Term Evolution-Advanced 4G, IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- 11 UE – User Equipment (felhasználói eszköz).
- 12 IoT – Internet of Things (tárgyak internete).
- 13 M2M – Machine to Machine Interface (gép-gép összekapcsolások).
- 14 WiMAX – Worldwide Interoperability for Microwave Access.
- 15 ZigBee – alacsony teljesítményfelvételű, kis adatsebességet biztosító, korlátozott lefedettségű tartományra tervezett vezeték nélküli hálózati protokoll (IEEE 802.15.4).
- 16 LoRaWAN – Long Range Wide Area Network (nagy hatótávolságú és nagy kiterjedésű területeket lefedő hálózat).
- 17 LAN – Local Area Network (helyi hálózat).
- 18 WAN – Wide Area Network (nagy kiterjedésű területeket lefedő hálózat).
- 19 1024 QAM – 1024-state Quadrature Amplitude Modulation.
- 20 MU-MIMO – Massive Multi-user Multiple In Multiple Out.
- 21 ADC/DAC – Analog – Digital Converter / Digital – Analog Converter.
- 22 eMBB – enhanced Mobile Broad Band.
- 23 mMTC – massive Machine Type Communications.
- 24 uLLC – ultra-reliable Low Latency Communications.
- 25 TTI – Transmission Time Interval.
- 26 BER – Bit Error Rate, BLER – Block Error Rate.
- 27 Computational complexity.
- 28 PAPR – Peak-to-Power Ratio.
- 29 OFDM – Orthogonal Frequency Division Multiplexing.
- 30 Induktív eljárás a fogalommagyarázatban – bottom-up processes.
- 31 ASK – Amplitude Shift Keying.
- 32 QPSK – Quadrature Phase Shift Keying.
- 33 QAM – Quadrature Amplitude Modulation.
- 34 MC-CDMA – Multi-Carrier Code Division Multiple Access.
- 35 ISI – Inter Symbol Interference.
- 36 Jean-Baptiste Joseph Fourier (1768 – 1830) francia matematikus 1807-ben írt tanulmánya indította el az analitikai problémák trigonometrikus függvénysorokkal történő megoldásának kutatását. Fourier felfedezése szerint látszólag bonyolult periodikus függvényeket is fel lehet írni egyszerű szinusz- és koszinusz hullámok összegeként. (A szerk.)
- 37 DFT – Discrete Fourier-transformation (diszkrét Fourier transzformáció).
- 38 FFT – Fast Fourier-transformation (gyors Fourier transzformáció).
- 39 IFFT – Inverse Fast Fourier-transformation (inverz, gyors Fourier transzformáció).
- 40 A jelfeldolgozás területén alapvető fontosságú mintavételi tétel, amely kapcsolatot biztosít a folytonos idejű és a diszkrét idejű jelek között. Megfelelő feltételt állapít meg egy olyan mintavételi sebességhez, amely lehetővé teszi a minták diszkrét sorozatának véges sávszélességű, folytonos idejű jeléből származó összes információ rögzítését. (A szerk.)
- 41 IDFT – Inverse Discrete Fourier Transformation (inverz diszkrét Fourier-transzformáció).
- 42 CP – Cyclic Prefix (ciklikus előtag).
- 43 Átlapolódás – Aliasing.



Az észti Milrem vállalat távirányítással közlekedő TheMIS UGV-je egy kisebb, NATRIX UGV-t szállít (Forrás: LMT Innovations)

Ocskay István\*

## Az iMUGS PESCO program folytatása Rigában

### Az integrált, moduláris, vezető nélküli szárazföldi járműrendszer munkacsoport lettországi ülésének eredményei

Az Európai Unió tagállamainak Állandó Strukturált Együttműködés szervezete, a PESCO (Permanent Structured Cooperation) 2021. szeptember 22–24. között rendezte meg negyedik munkacsoport ülését. Lettország fővárosában, Rigában került sor a PESCO iMUGS (Integrated Modular Unmanned Ground System – integrált, moduláris, vezető nélküli szárazföldi járműrendszer) konferenciára, valamint az azt követő lett LMT (Latvijas Mobilais Telefons) kommunikációs vállalat bemutatójára, amely az észti Milrem vállalat mellett az iMUGS egyik vezető kivitelezője.

A Magyar Honvédség a PESCO UGV (Unmanned Ground Vehicle – vezető nélküli szárazföldi jármű) projektjének már az első hullámában is tagja volt, hiszen a honvédelmi tárca prioritásként kezeli a vezető nélküli, szárazföldi, autonóm járművek kutatását és fejlesztését.

Ahogy a Haditechnika 2021. évi 6. számában megjelent cikkünkben (21–25. oldal) már utaltunk rá, az iMUGS program célja a hibrid hajtású UGV-k számára kifejleszteni egy moduláris, a nemzetek eltérő igényeihez skálázható kialakítású architektúrát, amely a harcmezőn történő eredményes alkalmazhatóság érdekében lehető legnagyobb autonómítási fokkal rendelkezik. Az eszközök bemutatása céljából a különböző országokban eltérő feladatokat tartalmazó szcenáriók szerint rendezik a demonstrációkat, mint ahogy sor került erre ádaži katonai gyakorlóterén is. A gyakorlóterén 2020 óta az LMT vállalat üzemelteti a katonai 5G hálózatot, más országok számára is elérhetővé téve ennek a rendszernek az alkalmazását és tesztelését.

A munkacsoport-megbeszélések során a résztvevők pontosították az elkövetkező időszakban megtartandó bemutatók helyszíneit és időpontjait:

**ÖSSZEFOGLALÁS:** A szerző az MH Modernizációs Intézet szakértőjeként másodszor vett részt az iMUGS munkacsoport ülésén és technikai bemutatóján, ezúttal a lettországi Ádaži település katonai gyakorlóterén. A korábbihoz képest a bemutató rendezői már fejlettebb kommunikációs és szenzorrendszereket vonultatottak fel, mint például a tábori LTE és 4G/5G katonai hálózatok, valamint két szcenárióban foglalták össze a korábbi, tavaszi bemutató óta eltelt időszak fejlesztéseit.

**KULCSSZAVAK:** 4G/5G, LTE, PESCO, UGV, TheMIS

**ABSTRACT:** As an expert of the HDF Modernization Institute the author participated for the second time in the meeting and presentation of the iMUGS working group, now at the military training ground in Ādaži, Latvia. The current presentation has already featured more advanced communication and sensor systems, such as a field deployed LTE and 4G/5G military networks, and has summarized developments in the period since the previous spring presentation in two scenarios.

**KEY WORDS:** 4G/5G, LTE, PESCO, UGV, TheMIS

\* Ezredes. MH Modernizációs Intézet, parancsnokhelyettes, K+F igazgató, NKE doktorandusz. ORCID: 0000-0003-0279-8215



2. ábra. Az FN Herstal deFNder Light távirányított fegyverállvánnyal és ROSY ködgránátvetővel felszerelt TheMIS UGV (Fotó: Ocskay István)

- 2022. február–március: *Finnország*;
- 2022. június–július: *Belgium*;
- 2022. szeptember–október *Franciaország*;
- 2022. december: *Németország*;
- 2023. április: iMUGS záró rendezvény *Belgium*.

Az észti Milrem vállalat, a tavaszi tallini bemutatóhoz hasonlóan, a rigai eseményre is elvitte a TheMIS UGV-járműveit, azonban ezúttal azok felfegyverzett változatait is bemutatta. A TheMIS, konfigurációjában egy belga FN Herstal deFNder Light távirányítható fegyverállványt egy 7,62 mm-es géppuskával integrált. Az UGV-re szerelték fel továbbá a Rheinmetall ROSY (Rapid Obscuring System – gyors álcázórendszer) ködgránátvető rendszerét is, 3x5 ködgránátot tartalmazó vetőcsőcsoporttal. Az eszközök 20-30 mm-es gépágyúkkal, Javelin, a Brimstone páncéltörő rakétákkal, illetve a HERO-120 kamikaze drónindító állvánnyal is felszerelhetők, amelyek integrációja a gyár képviselői szerint már megtörtént. [2]

Az UGV-k irányítását – amely a tallini bemutató során csupán távirányításra korlátozódott – a tábori 5G hálózattal oldották meg. Ennek technikai feltételeit a lett LMT kommunikációs vállalat biztosította. Az UGV-eket LOS (Line Of Sight – közvetlen rálátással biztosított kapcsolat) és BLOS (Beyond Line Of Sight – horizonton túli kapcsolat) üzemmódokban irányították, azaz távirányítással működtek, de az előző scenárióktól eltérően, a távirányítást már egy távolabbi hálózaton keresztül valósították meg. A parancsnoki harcálláspont szerepét egy DINGO 2 MRAP (Mine Resistant Abmush Protected – növelt aknavédelemmel rendelkező harcjármű) tulajdonságokkal rendelkező eszköz biztosította, amelybe a Viedsargs BMS (Battlefield



3. ábra. A lett különleges műveleti erők ROTAX 6x6 kerékképletű különleges rendeltetésű járműve a hozzá szerkesztett forgatható utánfutóval (Fotó: Ocskay István)

Management System – harctéri menedzsment rendszer) -egységet is beépítették, illetve alkalmazták. A BMS képes volt kijelzeni az adott UGV műszaki adatait, beleértve az arra szerelt fegyverek típusát, a rendelkezésre álló lőszer mennyiségét, és más fontos harcászati adatot is.

A bemutatót – a korábbi három szakmai rendezvénytől eltérően –, ezúttal csak két scenárióra osztották. Az *első scenárióban* egy objektum-elfoglalási feladatot mutattak be. A forgatókönyv szerint túsul ejtett személyeket kellett kimenekíteni egy épületből, amelynek érdekében a helyszínre érkezett egy DINGO 2 típusú harcjármű, maga után vontatva egy felfegyverzett TheMIS UGV-t. Az UGV feladata a bal szárny védelme volt, amelyet távirányítottan látott el, és amelyhez a meglévő civil 4G/5G mobil hálózatot alkalmazva kapta meg a parancsokat. A 6x6 kerékképletű, Rotax típusú quadon érkező különleges erők kiraktak egy mini, 40 kg tömegű, 4x4 kerékképletű UGV-t, amellyel együtt hajtották végre az objektumba történő behatolást.

A felderítő feladatokat a DINGO 2 harcjármű küzdőteréből induló quadrokopter hajtotta végre, valós idejű információkat szolgáltatva a digitális katonai felszerelésben érkező különleges műveleti erők számára. A felderítési információk alapján megtörtént az objektumba történő behatolás, amelynek során kialakult tűzharcban egy katona – a forgatókönyv szerint – „sérülést szenvedett”. A NATRIX személyi UGV-n az egyik harctéri életmentő katona (CLS – Combat Life Saver) kihajtotta a rögzítő kereteket, és erre fektették fel a sérültet, majd az eszközt a egy távirányító

4. ábra. NATRIX személyi UGV-felszerelés szállítás közben (Fotó: Ocskay István)



segítségével kivezette az épületből. A harctéri segítségnyújtást követően a kis UGV az ellátott sérültet a harcterről hátraszállította, ahonnan egy sebesültkiürítő jármű szállította tovább a következő szintű ellátás helyszínére.

A felfegyverzett THeMIS UGV folyamatosan az épület bal oldalán tartózkodott és távirányítással vezette tüzét, majd visszatért a DINGO 2 járműhöz. Bár a vezető nélküli szárazföldi járművet felszerelték LiDAR-ral (Light Detection And Ranging – lézerradar) is, de az eszköz önvezető üzemmódban nem, csak távirányítottan mozgott a feladat-végrehajtás alkalmával.

A második szcenárió egy feltételezett ellenséges támadás kivédéséről szól. A lett hadsereg lövészei elfoglalták a védőkörletüket, és megkezdték a terepszakasz figyelését. Vizuálisan észlelték, illetve a felderítő drónok információi alapján nyilvánvalóvá vált, hogy a saját csapataiknál jelen-

5. ábra. A bemutató egyik mozzanataként a katonák kirakodják a nehéz géppuskát szállító THeMIS Cargo UGV-t (Forrás: LMT Innovations, illetve Ocskay István fotója)



6. ábra. A harctér jobb oldalára érkező, felfegyverzett THeMIS UGV távirányítással működött (Forrás: LMT Innovations)

tősen nagyobb képességekkel rendelkező, nehézfegyverrel felszerelt, mobil lövészzakasz közeledik feléjük. A rajparancsnok nehézfegyveres erősítést kért, amely egy THeMIS szállító UGV formájában a mögöttes terület felől közeledett. A saját erők a Cargo felszereltségű UGV szállítóterében egy 12,7 mm-es M2 nehéz géppuskát küldtek tripoddal és több rakasznyi lőszer-javadalmazásával együtt. Az alakzat jobb szélére egy felfegyverzett THeMIS UGV is megérkezett, amely a lövésrajtól kapta a célfelderítési információkat, illetve saját ISR (Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance – hírszerzés, megfigyelés és felderítés) rendszere alapján azonosította az ellenséget. A járművek és a személyzet közötti kommunikáció katonai mesh hálózaton keresztül működött, azonban – a forgatókönyv szerint – az „ellenség” megkezdte a környék széles spektrumú zavarását, és a kommunikációt át kellett váltani harcászati LTE/5G kommunikációra, amelyet a finn Bittium vállalat a lett LMT céggel közösen biztosított.

A lövészárokba beásott raj összeszerelte az erősítésként megkapott nehéz géppuskát és megkezdte az ellenség tüzzel történő lefogását. Az ellenség erre szintén nehézgéppuska-tüzzel válaszolt, és elindított egy átkaroló manővert a saját bal szárnyán. Ezt a manővert a lövésraj jobbán megfigyelő pozícióban lévő, felfegyverzett THeMIS UGV érzékelte, és távirányítással ellentevékenységre kezdett, majd tüzzel visszavonulásra kényszerítette az átkarolást megkísérlő ellenséges különítményt.

A forgatókönyv szerint az ellenség ennek hatására lassú visszavonulásba kezdett, amelyet folyamatosan tüzzel támogatott. A felfegyverzett THeMIS UGV viszonyozva a tüzet lassan előre mozgott, majd a kellő pillanatban a ROSY ködgránátvetők sűrű, többspektrumú füstjével fedezéket biztosított a lövésraj számára a lövészárokból történő előrenyomuláshoz. Eközben a nehéz géppuskát a lövészek visszahelyezték a kikerülő szállító feladatú UGV-re, amely elhagyta a lövésraj védelmi körletét. A felfegyverzett UGV tovább folytatta a ködfüggöny létesítését, amely folyamatosan takarásban tartotta a lövésrajt.





7. ábra. A peremvonal előtt a ködfüggönyt biztosító, felfegyverzett THeMIS UGV, a kép előterében pedig a nehéz géppuska felmálházása látható egy Cargo kialakítású THeMIS UGV-re (Fotó: Ocskay István)

## ÖSSZEGZÉS

A rigai munkacsoportülésen történő részvétel, illetve az ádaži katonai gyakorlótéren megtartott bemutató több tekintetben is hasznos volt a Magyar Honvédség számára. Egyrészt a magyar szakemberek előtt lehetőség nyílt arra, hogy megismerjék más országok UGV-vel kapcsolatos fejlesztéseinek jelenlegi állását, amely alapot adhat a Magyar Honvédség Modernizációs Intézetnél (MH MI) megkezdődött, a Rheinmetall Mission Master 8x8 kerekes UGV-n alapuló kutatás-fejlesztési projekt tesztszenárióinak kialakításához. Másrészt megállapítható az is, hogy jelenleg még egyik PESCO iMUGS tagország sem tart a teljesen autonóm UGV-k fejlesztésénél. Azonban hatáson kívül kialakított struktúrákkal már megoldható az utanszállítási feladatok kivitelezése, valamint a „force multiplier”<sup>2</sup> funkciók alkalmazása is.

A fentiek alapján a Magyar Honvédség számára továbbra is fontos feladat az MH MI által vezetett kutatás-fejlesztési program folytatása. A projekt célja, hogy a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem és a Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet szakemberire támaszkodva a Rheinmetall Mission Master UGV szenzorarchitektúrája oly mértékben kerüljön átalakításra, hogy az minél nagyobb önállóságot biztosítson a járműnek. Az autonóm viselkedés tesztelésére pedig a ZalaZONE jelenlegi területe mellett kialakítandó katonai off-road autonóm tesztpálya lenne a legalkalmasabb terep. Ez a fejlesztés

alatt álló tesztpálya – amelynek képességeit a szövetséges nemzetek és külföldi vállalatok körében a rigai ülésen is ismertették a magyar szakemberek – biztosítja majd a minőségi tesztelés lehetőségét is.

## HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] „Integrated Unmanned Ground System (UGS)” <https://pesco.europa.eu/project/integrated-unmanned-ground-system-ugs/> (Letöltve: 2021.9.27.);
- [2] „MILREM Robotics THeMIS” <https://milremrobotics.com/defence/> (Letöltve: 2021.9.28.);
- [3] „iMUGS Demonstration 2.” EDA PESCO brochure, 2021.

## JEGYZETEK

- 1 Az angol mesh kifejezés jelentése háló, tulajdonképpen egymással sorba kötött, kommunikáló végpontok összességét jelenti. A mesh wifi-hálózatok a legújabb, leghatékonyabb megoldást jelentik annak érdekében, hogy az internet minden eszközről elérhető legyen, és gyorsan, stabilan, valamint megbízhatóan működjön akkor is, ha egyszerre több felhasználó csatlakozik hozzá. (A szerk.)
- 2 Force Multiplier – Erők megsokszorozása annak érdekében, hogy azokkal élőerőt lehessen kiváltani.



1. ábra. Az MQ-9 Reaper az USA légierőnek elsődleges támadó, pilóta nélküli légi járműve [12]

Vincze Gyula\*

## Az MQ-9-es harci drón különleges képességei

### Precíziós csapásmérés minél távolabbról, minél pontosabban

Az elmúlt években több alkalommal számoltak be hírgyűjtések arról, hogy a világ különböző pontjain terrorszervezetek vezetői vagy tagjai célzott likvidálás áldozataivá váltak. Az esetek többségében az MQ-9 Reaper harci drón szolgált erre a feladatra. A felfegyverzett drónok térhódítása napjainkban egyre jelentősebb, és egyre több ország követi az Amerikai Egyesült Államok példáját. [1] [2]

2016. október 23-án a Pentagon (az USA Védelmi Minisztériuma) közölte, hogy az USA hadserege likvidálta az afganisztáni al-Kaida terrorszervezet első számú vezetőjét,

Faruk al-Kahtánit. A célszeméllyel Kunár tartományban egy pilóta nélküli légi járműről (UAV – Unmanned Aerial Vehicle) indított rakétacsapás végzett. Kahtáni tartózkodási helyét 2012-ben már azonosították, de akkor lemondtak az ellene indítandó akcióról, mert a támadásnak polgári áldozatai is lehettek volna. 2016. október 23-án egy másik drónnal megtámadták Kahtáni helyettesét, Bilal-al-Utabit is, de ennek a cselekménynek a részletei nem ismertek. [3]

2020. január 3-án az Al Arabia televíziós hírcsatorna értesülése szerint az iráni Forradalmi Gárda al-Kudsz különleges egység parancsnokát, Kászim Szulejmánit, valamint

**ÖSSZEFOGLALÁS:** A General Atomics gyártmányú amerikai MQ-9-es harci drón egy távolról irányított, közepes magasságú pályán repülő, hosszú műveleti idejű pilóta nélküli repülőgép, amelyet információgyűjtés, felderítés, légi támogatás, kutatás és mentés, menetvonal-ellenőrzés, őrzőpatrol, valamint precíziós támadás végrehajtására terveztek.

**KULCSSZAVAK:** MQ-9 Reaper, terrorszervezet, dróncsapás, MTS, infravörös kamera, lézerekjelző, lézeres megvilágító, lézervezérelt bombák és lőszer

**ABSTRACT:** The General Atomics MQ-9 combat drone is a remotely piloted, medium-altitude, long-range unmanned aerial vehicle designed to conduct information gathering, reconnaissance, air support, search and rescue, route control, patrol, and precision attack.

**KEY WORDS:** MQ-9 Reaper, terrorist organization, drone strike, MTS, infrared camera, laser display, laser pointer, laser-guided bombs and munitions

\* Nyugállományú alezredes. ORCID: 0000-0002-3732-4573

a kíséretében tartózkodó Hezbollah tiszteket egy, az őket szállító autókba becsapódó levegő-föld Hellfire R9X rakéta ölte meg a Bagdadi Nemzetközi Repülőtér közelében. Ezt a rakétát elsősorban terrorista célpontok likvidálására fejlesztették ki. Az R9X már több fontos személlyel is végzett, például 2019-ben Jamal Ahmad Mohammad Al Badawival, aki a USS Cole hadihajó ellen 2000-ben végrehajtott bombamerénylet kitervelője volt. R9X likvidálta 2017-ben Abu Khayr al-Masri al-Kaida vezért is. [4]

2021. augusztus 28-án az USA Központi Parancsnoksága (USCENTCOM – United States Central Command), az amerikai hadsereg közel-keleti és közép-ázsiai műveleteit irányító parancsnokság jelentette, hogy az amerikai erők halálos dróncsapást mértek a kelet-afganisztáni Nangarhar tartományban az Iszlám Állam egyik tagjára. A likvidált radikális iszlamista vélhetően részt vett az amerikaiak ellen, a kabuli repülőtérnél elkövetett robbantásban, amelynek során 13 amerikai katona és 169 afgán életét vesztette. A dzsihádistá egy autóban ült, amikor a támadás érte. [5]

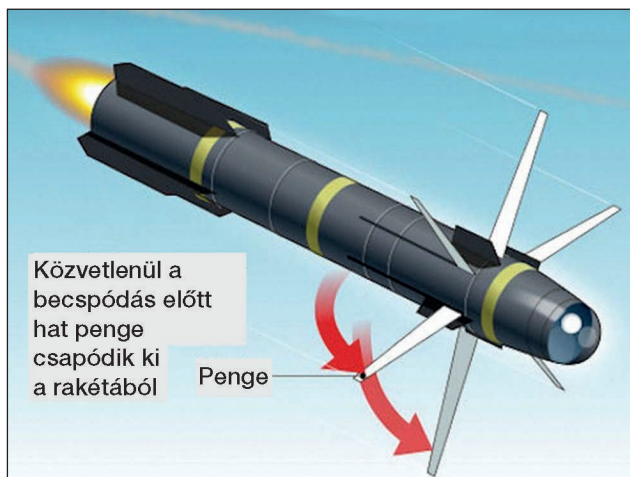
2021. október 22-én ugyancsak amerikai dróncsapás végzett az al-Kaida nemzetközi terrorhálózat egyik vezető tagjával Szíria északnyugati részén – közölte az USCENTCOM. A közlemény szerint a légitámadást szintén egy MQ-9 Reaperrel hajtották végre, amelynek célpontja Abdul Hamid al-Matar, a szélsőségesek egyik magas rangú vezetője volt. A közlemény hangsúlyozta, hogy Abdul Hamid al-Matar kiiktatása gyengíti a terrorszervezet azon képességét, hogy az USA és szövetségeseinek állampolgárait, valamint ártatlan civileket fenyegető támadásokat hajtson végre. A dróncsapást két nappal azt követően hajtották végre, hogy Szíria déli részén támadás ért egy amerikai támaszpontot. A sajtóközlemény nem említette, hogy a két esemény kapcsolatban állt volna egymással. [6]

### Az MQ-9 HARCÍ DRÓN FELADATRENDSZERE

Napjainkban az al-Kaida valós veszélyt jelent az USA és szövetségesei számára. A terroristák biztonságos rejtékhelyként használják Szíriát, ahonnan támadásaikat és operatív, logisztikai, valamint egyéb tevékenységeiket szervezik.

Az MQ-9 Reaper harci drón elsődleges feladata a levegő-föld csapásmérő képesség biztosítása, szárazföldi

**2. ábra. R9X típusjelű töltettel szerelt Hellfire rakéta, amelyből közvetlenül a becsapódás előtt óriási pengék csapódnak ki. Az éles fémlapok, a felszabaduló kinetikus energia hatására megsemmisítik a célszemélyt (Forrás: a szerző szerkesztése a [13] alapján)**



**3. ábra. MQ-9 Reaper irányító kabin a Holloman légibázison, Új-Mexikóban [14]**

műveletek támogatása. Erre a célra többféle bevetési készlet állítható össze, amelynek elemei AGM-114 Hellfire levegő-föld rakéták, lézervezérlésű GBU-12 Paveway II, GBU-49 Enhanced Paveway II bombák, vagy műholdas irányítású GBU-38 és GBU-54 bombák is lehetnek. [7]

A Reaperek azonban a következő feladatokat is elláthatják: információgyűjtés, megfigyelés, felderítés, légi támogatás, kutatás és mentés, menetvonal-ellenőrzés, őrzáratozás és precíziós csapásmérés. Különleges képességei – hosszú levegőben tartózkodási idő (14–28 óra), nagy hatótávolságú érzékelők és precíziós fegyverek – révén az MQ-9 irreguláris műveletekre is alkalmazható. [7]

A MQ-9 Reaper egy pilóta nélküli légi jármű-rendszer (UAS – Unmanned Aerial System) része. (A teljes rendszer több szenorral és fegyverrel felszerelt UAV-ből, földi irányító állomásból, multikommunikációs csomagból, tartalék felszerelésekből, valamint műveleti és karbantartó személyzetből áll.)

Az alaprendszert multispektrális célzórendszerrel (MTS – Multi-Spectral Targeting System) látták el. Az eszköz a célzás végrehajtásához infravörös érzékelővel, színes nappali és rövidhullámú infravörös kamerával, lézerekijelzővel és lézeres megvilágítóval rendelkezik. Nagy távolságú megfigyelést, célmeghatározást, célkövetést, távolságmeghatározást biztosít a lézervezérelt bombák és lőszerek számára. Az egység tartalmaz egy lézeres távolságmérőt is, amely pontosan kijelöli a lézervezérelt lőszer alkalmazására szolgáló célokat. A Reapert szintetikus apertúrájú radaral (SAR – Synthetic Aperture Radar) is felszerelték, ezzel támogatva a felderítési képességét. [8]

### A REAPER TÁVVEZÉRLÉSE

A Reaperek műveleti területre történő irányítását az USA-ból végzik, sok ezer kilométeres távolságból. (Az UAV-ok földi kiszolgálása természetesen a műveleti terület közelében lévő bázis(ok)on történik). Az amerikai légierő MQ-9-esekkel felszerelt harci századainak pilótái Nevadából, a Creech légitámaszpontonról, illetve az Új-Mexikó államban lévő Holloman légibázisról irányítják a drónokat. Az MQ-9-et két fő – az operátor, valamint a repülési környezetet figyelő-elemző segédtsízt – irányítja. Esetenként egy hírszerző koordinátort is bevonnak ebbe a csapatba. Az operatív személyzet műholdas kommunikációs rendszeren keresztül távvezérli az UAV-t. A drónmanőverre, tűzkiváltásra vonatkozó parancsok kb. 1,2 mp alatt jutnak el pl. egy Afganisztán felett repülő drónhoz. Az operátor kijuttat-





4. ábra. A szárnyak alatti felfüggesztési pontokra óriási tüzéret képviselő fegyverzet szerelhető [7]

ja a Reapert a műveleti területre, végrehajtatja a bevetést, majd a drón leszállását követően átadja azt a kiszolgáló személyzetnek. [8]

A távirányítású drón szét- és összeszerelhető, és egyetlen konténerben szállítható. A tervezésekor elsődleges követelmény volt, hogy az eszköz a világon bárhol bevethető legyen. A teljes rendszer C-130 Hercules, vagy annál nagyobb repülőgéppel szállítható. Az MQ-9-es repülőgép szabványos amerikai repülőterekről, tiszta rálátással működik a földi adatterminál antennájáig. (Ez közvetlen rálátást biztosít a fel- és leszálláshoz.) A Predátor Elsődleges Műholdas Kapcsolat (PPSL – Predator Primary Satellite Link) elnevezésű rendszer horizonton túli kapcsolatot biztosít a kommunikációs terminál számára.

A Reaper felderítési, adatgyűjtési kapacitása – külső képe alapján – az orr alá beépített, forgatható kupolában elhelyezett kamerarendszer technikai paramétereinek függvénye. Az időjárás korlátozó hatása mellett is sok más feladatra is képes a típus. A szenzorrony előtt, alul építettek be az AN/APY-8 Lynx típusú SAR-t, amely rossz látási körülmények között is biztosítja a földi célok felderítését, követését, sőt egyes esetekben az azonosítását is, mivel rendkívül jó a képfelbontása. A távolság függvényében 10 cm hosszúságúnál nagyobb részletek már kivehetők a képen. Pásztázás közben percenként 25 km<sup>2</sup>-es területet tekint át, amelyen kijelzi a mozgó objektumokat is. Szűki-

5. ábra. MQ-9 Reaper bevetésen Afganisztán légtérében [8]



6. ábra. Reaper rakéta indítása afganisztáni célpontra [15]

tett nyalábbal 40 km-ről egy 300×170 m-es területről is képes maximális felbontású képet generálni, és azt a radar blokkjai felett beépített műholdas kommunikációs rendszer és parabolaantenna segítségével azonnal továbbítani. [9]

Az MQ-9-est a megnövelt hatótávolságú műveletekre is alkalmassá tették külső üzemanyagtartályok felszerelésével, amelyek további ~590 kg (1300 font) tömegű tüzelőanyag tárolására, illetve szállítására alkalmasak.

#### A TÍPUSSAL KAPCSOLATOS TOVÁBBI TERVEK

Az USA haderőneveinek állományában manapság mintegy 8000 különféle kategóriájú drón áll szolgálatban, a tenyérnyi méretű kis eszközöktől kezdve a hatalmas RQ-4 Global Hawk-ig. Méretét tekintve ezek között helyezkedik el a tanulmányban bemutatott Reaper is.

A légierő az MQ-9 Reaper UAS jövőbeli cseréjét többféle drónnal képzelel el, amelyek a költségek és a képességek tekintetében a legkülönbözőbb megoldásokat kínálnak.

Az USA légierőjének 2009–2047 közötti UAS Rendszer-család (FoS – Family of Systems) fejlesztési elképzelésében a következő generációs, többcélú technológiáknak már más szerepet kell betölteniük, mint a mai rendszerek-

1. táblázat. Az MQ-9A Reaper főbb műszaki paramétereit (A szerző szerkesztése a [7] alapján)

Hajtóműtípus	Honeywell TPE331-10GD gázturbina, háromágú tolólégcsavarral
Tolóerő	712 kW (950 LE)
Szárnyfeszítávolság	20 m
Hosszúság	11 m
Magasság	3,8 m
Csúcsmagasság	15 240 m
Műveleti magasság	11 000–12 000 m
Szerkezeti tömeg	2223 kg
Hasznos teher	1700 kg
Maximális felszálló tömeg	4760 kg
Maximális sebesség	482 km/h (240 KTAS)
Műveleti (levegőben tartózkodási) idő	terheléstől függően 14–28 óra
Hatótávolság	1850 km
Üzemanyag-javadalmazás	1814 kg (4000 font)

nek. A jövő eszközeinek a hagyományos UAS-küldetéseken túlmutató képességekkel kell rendelkezniük, mint pl. légi harc, bázisvédelem, elektronikus hadviselés, mozgó földi célpont levegőből történő indikálása, és mindezt úgy kell megtervezni, hogy a rendszer integrálható legyen az Összhaderőnemi Vezetés és Irányítás (JADC2 – Joint All-Domain Command and Control) koncepcióba – áll a szolgáltatás felhívásában. [10]

A gyártó General Atomics úgy látja, a légi erőnek továbbra is szüksége van egy pilóta nélküli repülőgépcsaládra annak érdekében, hogy hatékonyan tudjon szembeszállni a jövőbeli fenyegetésekkel. Az MQ-9 fejlesztői szerint a típus az új elvárások és követelmények mellett továbbra is képes betölteni korábbi szerepét. Az UAS sárkányszerkezete és rendszerei már bizonyítottak, így az tökéletes platform a további kísérletezéshez. A fejlesztések folyamatosak, a hardvert és a szoftvert érintő új technológiák remekül működnek az MQ-9-esen, hiszen a platform képes integrálni ezeket az új technológiákat is.

A légi erő azonban egyelőre kivár az MQ-9-es csereprogram finanszírozásával, hiszen megfelelő időt szán a különböző lehetőségek elemzésére, és azon követelmények megfogalmazására, amelyek meghatározzák, hogy ténylegesen milyen eszközre van szüksége a harc sikeres megvívásához. [11]

#### HIVATKOZOTT IRODALOM

[1] Lee, Peter. „Iran attack: how Reaper drones really carry out airstrikes” *The Conversation*, 2020. 01. 07. <https://theconversation.com/iran-attack-how-reaper-drones-really-carry-out-airstrikes-129411> (Letöltés ideje: 2021.10.20.);

[2] Hollings, Alex, „Can the Military Save This Deadly Terrorist Hunter from the Scrap Heap?” *Popular Mechanics*, 2021. 09. 20. <https://www.popularmechanics.com/military/a37623821/the-end-of-the-mq-9-reaper> (Letöltés ideje: 2021.10.20.);

[3] „Megölték az al-Kaida két legfontosabb vezetőjét” *Hirado.hu*, 2016.10.27. <https://hirado.hu/2016/10/27/megoltek-az-al-kaida-ke-t-legfontosabb-vezetojet/#> (Letöltés ideje: 2021.10.20.);

[4] Felkai Ádám. „Ez a drón végezhetett Szulejmánival” *Rakéta*, 2020. 01. 05. <https://raketa.hu/ez-a-dron-vegezhetett-szulejmanival> (Letöltés ideje: 2021.10.21.);

[5] Kovács Ferenc. „Odavágtak az amerikaiak, likvidálták az Iszlám Állam egyik tagját” *Index*, 2021. 08. 28. <https://index.hu/kulfold/2021/08/28/centcom-islam-allam-droncsapas-afganisztan-egyesult-allamok/> (Letöltés ideje: 2021.10.21.);

[6] Iván-Nagy Szilvia. „Drónsapással végeztek az amerikaiak az al-Kaida egyik vezetőjével” *telex*, 2021. 10. 23. <https://telex.hu/kulfold/2021/10/23/amerikai-droncsapas-al-kaida-sziria> (Letöltés ideje: 2021.10.23.);

[7] „MQ-9 Reaper”, AIR FORCE <https://www.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/104470/mq-9-reaper/> (Letöltés ideje: 2021.10.21.);

[8] „MQ-9 Reaper” *Military.com* <https://www.military.com/equipment/mq-9-reaper> (Letöltés ideje: 2021.10.21.);

[9] „AN/APY-8 (Lynx)” *radartutorial.eu* <https://www.radartutorial.eu/19.kartei/08.airborne/karte050.en.html> (Letöltés ideje: 2021.10.21.);

[10] „United States Air Force Unmanned Aircraft Systems Flight Plan 2009-2047” *Headquarters, United States Air Force Washington DC 18 May, 2009* [https://irp.fas.org/program/collect/uas\\_2009.pdf](https://irp.fas.org/program/collect/uas_2009.pdf) (Letöltés ideje: 2021.10.23.);

[11] Insinna, Valerie. „Get ready for another fight over the future of the MQ-9 Reaper” *DefenseNews*, 2021. 05. 26. <https://www.defensenews.com/air/2021/05/26/get-ready-for-another-fight-over-the-future-of-the-mq-9-reaper/> (Letöltés ideje: 2021.10.23.);

[12] Forrás: <https://media.defense.gov/2007/Nov/08/2000432006/-1/-1/0/071104-F-2185F-131.JPG>;

[13] Forrás: <https://i.redd.it/fx7eficqzek71.png> (Letöltés ideje: 2021.10.23.);

[14] Forrás: [https://atalayar.com/sites/default/files/inline-images/Atalayar\\_Operadores%20de%20drones%20\\_1.jpg](https://atalayar.com/sites/default/files/inline-images/Atalayar_Operadores%20de%20drones%20_1.jpg) (Letöltés ideje: 2021.10.23.);

[15] Forrás: <https://www.youtube.com/watch?v=TKhEcO87HJY> (Letöltés ideje: 2021.10.23.).

Dr. Kovács Tünde Anna\* – Dr. Nyikes Zoltán\*\*

# Kinetikus és kibereszközök a kritikus infrastruktúra védelmében

## Nemzetközi konferencia Budapesten

Az ICCECIP 2021 (International Conference on Central European Critical Infrastructure Protection – Közép-európai Kritikus Infrastruktúra Védelmi) nemzetközi tudományos konferenciát november 15-én immár harmadik alkalommal rendezték meg Budapesten. A Magyar Tudomány Ünnepehez kapcsolódó szimpózium ezúttal az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kara, a Milton Friedman Egyetem, valamint a Batthyány Lajos Alapítvány közös szervezésében valósult meg a Lónyay-Hatvány villában.

A konferencia fővédnöke Németh Szilárd, a Honvédelmi Minisztérium parlamenti államtitkára, tudományos védnöke prof. dr. Maróth Miklós, az Eötvös Loránd Kutatási Hálózat elnöke volt.

A rendezvényt a COVID-helyzethez igazodva, hibrid formában, angol nyelven tartották meg. A fővédnök nevében dr. Varga Attila Ferenc ezredes, a Honvédelmi Minisztérium

**1. ábra. Négyen az ICCECIP 2021 nemzetközi tudományos konferencia résztvevői közül (balról jobbra): Pócza István (Batthyány Lajos Alapítvány), dr. Perényi János rektor (Milton Friedman Egyetem), dr. Varga Attila Ferenc ezredes. Beszédet mond Huszák Csenge, az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar intézeti mérnöke (Fotó: Dr. Nyikes Zoltán)**



**ÖSSZEFOGLALÁS:** Az ICCECIP 2021 (Közép-európai kritikus infrastruktúra védelmi) nemzetközi tudományos konferenciát november 15-én immár harmadik alkalommal rendezték meg Budapesten, a Lónyay-Hatvány villában. A szimpózium ezúttal a „Kinetikus és kibereszközök a kritikus infrastruktúra védelmében” témáját dolgozta fel. A nemzetközi rendezvényen 16 egyetem és 3 szervezet képviseltette magát.

**KULCSSZAVAK:** kritikusinfrastruktúra-védelem, kinetikus eszközök, kibereszközök, biztonságtechnika

Védelmi Igazgatási Főosztály főosztályvezetője üdvözölte a konferencia résztvevőit. Az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar nevében prof. dr. Rajnai Zoltán dékán, a konferencia tiszteletbeli elnöke mondott köszöntő beszédet. Ezt követően a Milton Friedman Egyetem képviselőjeként dr. Perényi János rektor, majd a házigazda, Batthyány Lajos Alapítvány nevében Pócza István szakmai programvezető üdvözölte az előadókat, az érdeklődő hallgatókat és szakembereket, valamint és a meghívott vendégeket.

A „Kinetikus és kibereszközök a kritikus infrastruktúra védelmében” tematikájú konferencia első előadását Prof. Dr. Alexis Rusinek, a Francia Nagykövetség Tudományos és Kulturális Attaséja tartotta. Őt prof. dr. Kovács Tibor, az Óbudai Egyetem docense, majd Dr. Kostiantyn Afanasenko, az Ukrán Nemzeti Polgári Védelmi Egyetem docense, valamint Dr. Robert C. Castel, az Izraeli Nemzeti Parkok Hatóságának tudományos munkatársa követte. A plenáris előadások sorát prof. dr. Lazányi Kornélia, az Óbudai Egyetem professzora zárta.

A plenáris előadások mellett a kritikus infrastruktúrák individuális, kiber-, fizikai, politikai tudományos szekciókban 21 prezentációt mutattak be az előadók. A poszter szekcióban nyolc különböző, a konferencia témájához kapcsolódó tudományos kutatási eredményről számoltak be a kutatók. A korábbi konferenciák sikerét mutatja, hogy idén is számos országból érkeztek előadók. 16 egyetem és 3 szervezet képviseletében, a magyarok mellett lengyel, albán, bosznia-hercegovinai, szerb, román, ukrán, marokkói, francia, iraki, algériai, szíriai, izraeli és kínai előadók tartottak előadást, illetve mutatták be eredményeiket.

Terveink szerint a konferencia előadásaiból a jövő év során több publikációt is közlünk majd a Haditechnika hasábjain.

Az esemény zárásaként prof. dr. Rajnai Zoltán, Óbudai Egyetem Bánki Kar dékánja, a konferencia tiszteletbeli elnöke megköszönte a résztvevők és a szervezők munkáját, egyúttal meghívta az előadókat a konferenciasorozat 2022 novemberére tervezett következő eseményére.

**ABSTRACT:** ICCECIP 2021 (International Conference on Central European Critical Infrastructure Protection) is an international scientific conference on defense was held for the third time on November 15 in the Lónyay-Hatvány villa in Budapest. This time the symposium covered the topic of “Kinetic and Cyber Devices for critical infrastructure protection” of 16 universities at the international event and 3 organizations were represented.

**KEY WORDS:** critical infrastructure protection, kinetic devices, cyber tools, security technology

\* Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyagtudományi Intézeti Tanszék, tanszékvezető, docens. ORCID: 0000-0002-5867-5882

\*\* Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, docens. ORCID: 0000-0001-5654-5120

Harald Poecher\*

# Defence Market Trends in the 21<sup>st</sup> Century and Opportunities for the European Defence Sector

## INTRODUCTION

The essay deals with the current armament business and concludes on the basis of historical facts how Europe as an economically successful continent could again come to the fore in the defence sector.

The military news platform <https://www.defensenews.com/top-100> publishes a ranking of the 100 most successful defence companies every year. The ranking of the 100 most successful defence companies in 2021 includes 50 companies based in the USA, 7 companies in the People's Republic of China and the United Kingdom, 4 based in France and South Korea, 3 based in Japan and Israel, 2 companies each based in Russia, Spain, Germany, Turkey, Italy and India, and 1 company located in Ukraine, Canada, Australia, the Netherlands, the United Arab Emirates, Norway, Brazil and Singapore. A company is based in the Netherlands/France (Airbus SE) for corporate law and tax reasons. The ranking shows the subordinate role which the arms industry in European countries currently plays.

## THE DEFENCE INDUSTRY WORLDWIDE - AN OVERVIEW

The world in the 21st century has become much more complex in terms of security policy than it was in the second half of the 20th century. In this new environment, the global political position of every continent has deteriorated dramatically.

The arms industries on the *American continent* [1] are dominated by the USA. The most important arms producers in the USA are Lockheed Martin, Northrop Grumman, Boeing and General Dynamics. In South America, Brazil, Chile and Argentina have notable arms factories.

The armament industries on the continent of *Africa* [1] are shaped by the armament industries of South Africa, Egypt and Algeria. In South Africa, the Denel produces air and land systems, Tellumat communications equipment, Paramount Group armoured combat vehicles and some



Figure 1. The armoured infantry fighting vehicle (AIFV) Ulan/Pizarro was developed by Austrian arms factorer Steyr and the Spanish arms factorer Santa Bárbara Sistema (Photo: Bundesheer / Markus Zinner)

shipyards produce combat ships. Egypt and Algeria are able to manufacture armament for the land forces. The arms industries of the rest of Africa are insignificant.

The arms industry in *Australia and Oceania* [1] only exists in Australia and New Zealand. The most efficient defence companies in Australia are BAE Systems Australia and Thales Australia as well as Boeing Australia. ASC Pty is a leader in warship construction. New Zealand has only a small defence industry.

*Asia* [1] is a large continent and it is dominated by some major powers as well as some smaller states with strong armed forces. Israel, Iran, Pakistan, India, Singapore, the People's Republic of China, Taiwan, South Korea, North Korea and Japan have an efficient arms industry. In the other countries, there exist only small capacities. The defence industry in Israel is dominated by Elbit Systems, Israel Aerospace Industries, IMI Systems and Rafael Advanced Defense Systems. Iran's major defence companies are Defense Industries Organization, Iran Electronics In-

**ÖSSZEFOGLALÁS:** A fegyverkereskedelem jövedelmező üzlet. A 21. század elején Európa országai már nem játszanak központi szerepet ebben az üzletben úgy, mint 100 évvel ezelőtt. Az Európai Unió legújabb törekvései abba az irányba mutatnak, hogy az Európai Unióban ismét nagyobb jelentőséget kapjon a hadászati termékek fejlesztése és gyártása.

**KULCSSZAVAK:** Fegyveripar, 100 legnagyobb fegyvergyártó, A fegyveripar története, Európai Védelmi Iparfejlesztési Program, Európai Védelmi Alap

**ABSTRACT:** The arms trade is good business. At the beginning of the 21st century, the countries of Europe no longer play the central role in this business as they did more than 100 years ago. The most recent efforts made by the European Union indicate that there is an intention to give more importance to the development and production of armament goods in Europe again.

**KEY WORDS:** Armament industry worldwide, 100 biggest arms producers, History of Armament Industry, European Defence Industrial Development Program, European Defence Fund

\* Major General ret., PhD in economics, habilitated himself in Military Science at Zrínyi Miklós National Defence University in Budapest, Hungary. Hon. Univ.-Prof. of Nemzeti Közsolgálati Egyetem. ORCID: 0000-0002-5147-739X



dustries, Aerospace Industries Organization, Marine Industries Organization. In Pakistan, the Pakistan Ordnance Factories produce goods exclusively for the armed forces. Furthermore, the Pakistan Aeronautical Complex produces aircrafts and the Karachi Shipyard warships, and there are a number of electronic companies as well. The largest arms enterprise in India is the Ordnance Factory Board with around 41 companies producing for the land forces. Furthermore, there is the aircraft manufacturer Hindustan Aeronautics Limited and some powerful shipyards and electronic companies. For its size, Singapore is a state with a highly efficient arms industry. The former four Singapore Technology (ST) companies have been merged into one company (ST Engineering). The People's Republic of China has created an impressive arms industry over the last 20 years. Of the companies, the China North Industries Group (Norinco), the China South Industries Group, the China National Nuclear Corporation, the Aviation Industry Corporation and the two shipbuilding contractors, the China State Shipbuilding Corporation and China Shipbuilding Industry Corporation are particularly noteworthy, and excellent electronic engineering companies exist as well. The arms industry of Taiwan is highly specialized in the production of weapons systems that enable the country to counter the specific threat of an invasion from the mainland. On the Korean peninsula, North Korea produces in its largest complex Number 26 near the border to China weapons and Ryu Kyong-su tanks for the army. North Korea also produces aircraft and warships, especially small submarines and a new submarine which is armed with ballistic missiles with a nuclear warhead. South Korea has an arms industry which is part of such major industrial companies as Hyundai Motor Group, Hanwha Group or the former Daewoo Group (for example: Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering), and it also produces aircraft at Korea Aerospace Industries. In Japan, the large industrial companies also produce armament goods, i.e. Mitsubishi Heavy Industries, Kawasaki Heavy Industries, Mitsubishi Electric, Japan Marine United, Toshiba, Komatsu, ShinMaywa Industries, Nippon Steel.

Finally, the arms industry in Europe [2], including Russia, will be presented. Today's European armament industry is diverse, but the vast majority of companies are small and medium-sized companies. In this essay, only the most important ones are presented. For more information, the author refers to his book on the European defence industry. Smaller countries are not considered at all for reasons of space. The flagship of the Belgian arms industry is Fabrique Nationale de Herstal. Another company is CMI, which has a long tradition and is closely associated with the name Cockerill, which has made a particular contribution to the industrialization of the country. The most important companies in the defence industry in Germany are Krauss-Maffei-Wegman, Rheinmetall AG, Airbus Group Defense and Space Division Airbus Defense, ThyssenKrupp, Lürsen, Heckler & Koch and Diehl. With Patria, Finland has an excellent arms company that works closely with the armed forces. Ammunition is produced by Nammo, which is an important ammunition manufacturer in the entire northern European region. The defence industry of France is dominated by the companies Nexter, Naval Group, Dassault Aviation, Safran Group, Airbus, Thales Group and MBDA. In Greece there exist the Hellenic Defense Vehicle Systems and Hellenic Aerospace Industry and Hellenic Shipyards. The most important companies in the defence industry of the United Kingdom are BAE Systems, Rolls-Royce, Smith Group, Babcock International Group, Britten-Normann,



Figure 2. The European arms industry is able to build aircraft carriers. Here in the picture the British HMS Queen Elisabeth II (Photo: Royal Navy)



Figure 3. The automatic rifle produced by Austrian weapons manufacturer Steyr Mannlicher also found its way into a James Bond film (Photo: Bundesheer / Günther Filzwieser)

Qinetiq, Inssys, and Cobham. In Italy, Leonardo, Fincantieri, MBDA, Iveco produce armament goods. The armament industry in the Netherlands is rather small, but very successful in shipbuilding thanks to Damen Schelde Naval Shipbuilding. (Figure 2.)

The armament industry of Norway is dominated by the Kongsberg Gruppen. In Austria, General Dynamic Land System Steyr, which belong to the U.S.-based General Dynamic Group, Diamond Aircraft Industries, Schiebel, Kapsch Group, Steyr Arms (Figure 3.), Glock Ges (Figure 4.),

Rheinmetall MAN and Hirtenberger Defense Systems produce armament goods. In Poland, the Polska Grupa Zbrojeniowa, PZL-Swidnik SA, WB Electronics and the Damen Shipyard Group and in Romania, the Industria Aeronautică Română and ROMARM produce armament goods. Switzerland has a long tradition in producing weapons. Today, RUAG, MOWAG, SIG SAUER AG, Pilatus Aircraft and the Rheinmetall subsidiary Rheinmetall Air Defence AG (former Oerlikon) produce armament goods. In Serbia, the Zastava Arms and Prvi Partizan arms factory produce armament goods. Slovakia has only limited capacities, for example Delta Defense, ZTS-OTS, and Keramet produce armament goods. Today's Czech Republic has a long tradition of manufacturing armament goods. Nowadays, important are VOP Cz, Tatra, Ceska Zbrojovka, Mesit Group, Tesla, Sellier & Bellot. In Spain, the shipbuilding company Navantia, Indra Sistemas, Airbus Group Defense and Space Division, and General Dynamics European Land Systems Santa Bárbara are successful producers





**Figure 4. The Austrian gun manufacturer Glock produces a pistol, millions around the world have been sold**  
(Photo: Bundesheer)

of armament goods (Figure 1.). Turkey has become a major weapons manufacturer over the past few decades. The dominant companies are Roketsan Roket Sanayii ve Ticaret, Makina ve Kimya Endüstrisi, Otokar, Turkish Aerospace Industries, ASELSAN and some shipyards. Ukraine and Belarus have inherited weapon factories from the former Soviet era, which only have a low output. Hungary's defence industrial base has declined in the years since the break-up of the Warsaw Pact, but it retains capabilities in small arms and ammunition, communications, CBRN protection technologies, wheeled vehicle construction, electronics and missile repair. With the Zrínyi Program, the defence industry will also be revitalized, i.e. one of the most modern military plants in the world is being built in Zalaegerszeg. The defence industry of Russia has recovered since the fall of the Soviet Union and is producing all weapons in the plants of United Shipbuilding Corporation, Russian Helicopters, United Aircraft Corporation, United Engine Corporation, Almaz-Antey, Kalashnikov Concern, and Ruselectronics.

### DECLINE OF THE EUROPEAN ARMS INDUSTRY AND ATTEMPTS TO REVIVE IT

In the first decade of the 20th century, the European great powers the United Kingdom, France and Germany were superior to all other countries in the world in terms of military efficiency and the efficiency of their armament industries. A pure number game can impressively underpin this statement, as can be seen in Table 1. The efficiency of the European armed forces was based, among other things, on the high-performance military technology base, which was able to produce all of the weapon systems demanded by the armed forces.

After the Second World War, all European states were almost insolvent and sat on a war industry which, due to a lack of demand, had to be quickly converted to peace time production. This arms conversion led to a large-scale merger of formerly independent companies.

More than 100 years after the beginning of the First World War, the picture has changed significantly, as can be seen in Table 2. After the end of the Cold War at the end of the 1980ies, all European states soon recognized that a common defence of Europe was useful and even necessary, but a real defence union has not yet emerged that has common armed forces under a united command and standardized armament.

Defence research has played an important role in the prosperity of a country in the course of history, because on the one hand it has developed weapon systems that could ensure superiority over the enemy in the context of interstate wars, and on the other hand almost every weapon development has through its spin-offs (Research results of military goods research, which can also be used to produce civil goods) effects on the consumer goods industry. A list of all these spin-offs together is already filling the library; therefore, only a few examples from the recent past in the 20th century should be mentioned. Technical development has particularly shaped defence research in the aerospace industry, research in connection with the development of the atomic bomb, the development of powerful ship propulsion systems, motorization and, last but not least, the Internet, navigation systems and wireless telephony. All of this basic research was largely financed by the state, and the beneficiaries were the companies that manufactured the products and brought them to the world market. How impressive the success of these companies for the individual states were is shown by the examples of the large US defence companies and the providers of computer technology, such as Microsoft and Apple.

As already shown in Table 2, European states only spend half as much on their armed forces as the USA. Another serious disadvantage is the fragmentation of the defence industry. The USA, for example, uses 30 large weapon systems in its armed forces, but the European states 178. In detail, the USA only has one type of battle tank, while the European countries have 17 different ones. The situation is similar with the large marine systems: The USA operates four different systems, the European states 29. And the same applies to air combat systems: The USA uses six different fighter planes, the European states 20. (Figure 5.)

This glaring disproportion means that in the individual states of Europe, compared to the USA, small series are produced, which for the individual states in Europe are much more expensive to procure than those in the USA produced on a large scale for the Pentagon. In Europe as a whole, this inefficiency leads to additional expenditure of up to 100 billion euros annually. The reasons for this are that almost 80 percent of all purchases in the defence sector in Europe are still carried out at national level and efforts to establish a common European market for armament goods have so far obviously come to nothing [3].

**Figure 5. The Eurofighter Typhoon fighter plane flies over the Prater-Stadium in Vienna on the occasion of Air Policing for an international conference in Vienna**  
(Photo: Bundesheer / Markus Zinner)



**Table 1: Military expenditures in 1905 of selected countries [8]**

Country	Military expenditures in mio. Österreichischen Kronen	Country	Military expenditures in mio. Österreichischen Kronen
Belgium	51	Austria-Hungary	434
Bulgaria	15	Portugal	54
Denmark	17	Romania	39
Germany	1311	Russia	1275
France	802	Sweden	92
Greece	25	Swiss	23
United Kingdom	1517	Serbia	19
Italy	388	Spain	183
Netherlands	89	Ottoman Empire	158
Norway	24	Sum (Europe)	6516
1 Österreichischen Krone (at 1900 prices) = 3 €		USA	1691
		World	8700

**Table 2: Expected military expenditures in 2022 of selected countries [9]**

Country	Military expenditures in bio. US\$	Country	Military expenditures in bio. US\$
Belgium	5	Portugal	3
Denmark	4.3	Romania	5.3
Germany	50	Russia	65
Finland	3.4	Sweden	8.6
France	55	Swiss	7.6
Greece	4.9	Slovakia	2.1
United Kingdom	61	Spain	16
Italy	30	Czech Republic	3.8
Ireland	1.1	Turkey	20
Croatia	0.8	Ukraine	6
Netherlands	14	Hungary	2.3
Estonia	0.7	Latvia	0.85
Norway	6.6	Albania	0.210
Austria	2.8	Montenegro	0.061
Bosnia-Hercegovina	0.16	North-Macedonia	0.17
Lithuania	1.2	Sum (Europe)	333
Poland	12	USA	780
Luxemburg	0.32	World	2.000
1 US\$ = 0.9 €			

Basic research is associated with a high risk or uncertainty with regard to the output, but basic research is indispensable for bringing about technological development and generating new ideas. Basic research can only work where a state or a community of states assumes the majority of the funding for it and where well-trained, innovative research capital is located. Basic research is traditionally carried out alongside applied and experimental research. In an international comparison, Europe is far less successful than the USA when it comes to basic research. On the one hand, this is due to the fact that the USA spends almost 2.8 percent of its gross domestic product on research and development and, on the other hand, in the USA, in addition to 150 research universities, there are a number of government agencies and private institutions such as foundations and funds with a basic research deal [4].

Furthermore, the US has a great potential of researchers, with around 8 researchers for every 1,000 employees. The importance of research in general in the USA is also reflected in the award of Nobel Prizes in the natural sciences, chemistry and physics. Since its foundation, 90 physicists and 67 chemists from the USA have been awarded this prize, compared to only 80 physicists from Europe, with the majority of the European award winners receiving the award before 1945 [5].

It would go far beyond the scope of the article to illustrate the superiority of the USA in the research field of basic research in the defence sector, therefore only a few key figures, which are openly accessible, are mentioned: According to a report in the *Proceedings of the IEEE* from February 2016, funded by the Department of Defense, the basic research of some 1,000 postdocs, 5,000 graduate

students and 5,000 undergraduate students and the DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency with around 240 employees), which is one of several such research institutions, has an annual budget of around 3 billion US dollars, a sum that is higher than the Austrian defence budget of around 2.8 billion.

The joint development of capabilities for the armed forces of the member states has always been a concern of the EU bodies, but it was not until 2004 that the European Defence Agency (EDA) was founded, which is the central institution of the common security and defence policy of the EU. In 2007, the Treaty of Lisbon incorporated the EDA into European primary law. Since then, the EDA has been promoting operational needs and meeting needs. It contributes significantly to strengthening the industrial and technological base of the defence sector. The EDA can point to some positive results of its work since it was founded, but it has not yet succeeded in making a big hit due to low staffing and financial resources. It was therefore only a logical conclusion that those responsible in the EU have reconsidered their duties and, with the European Defence Action Plan and the European Defence Fund, have launched instruments that go far beyond the competencies of the EDA and give hope for a new impetus towards the improved defence capabilities of Europe.

In 2013, the European Council recognized the need for the states of the European Union to create a more innovative and competitive European Defence Technological and Industrial Base (EDTIB). Three years after this commitment, further fundamentals followed in 2016 with the EU Global Strategy and the European Defence Action Plan (EDAP) of the European Commission, which emphasized the importance of defence research. One of the core elements of the EDAP is the European Defence Fund (EDF), which proposes specific measures on how defence research should be more targeted in the future. The heart of the EDF is a research window and a skills window, which is derived from the concept of Permanent Structured Cooperation in Defence (PESCO), which is intended to enable the seamless transfer of research results into the development of new products. With this mechanism, EU funding is earmarked for defence research for the first time on the one hand, and for better cooperation between the member states and businesses in the development and procurement of defence-related technologies on the other.

The financial endowment of this fund provides that around 13 billion euros will flow into the fund between 2021 and 2027, of which 4.1 billion euros are provided from the EU budget and 8.9 billion euros as co-financing from the member states [6].

In order for the national interests to be pushed into the background, access to the money pot is tied to certain conditions. The EU money is only used to fund projects in which at least three participants, preferably small and medium-sized enterprises, so-called SMEs, from three different member countries take part and which are at the top of the priority list of the required skills and in particular the acceleration of the PESCO process are conducive.

In addition, around five percent of the total amount of the fund is earmarked for so-called high-risk research projects. In addition, only those projects are funded which, when they are developed up to series production, actually want to be purchased by the member states [7].

The next few years will show whether the large member states in the EU with a still functioning armament industry are willing to cooperate with other competitors on the armaments market and share the results of EU-funded re-

search, or whether they are not willing to do so out of pure self-interest. It would definitely be an advantage for the European armed forces if, as a result of the EDAP, cheaper standardized weapon systems were on the market and the states of Europe could thus afford more weapon systems with the available defence budgets.

With this financial endowment of the fund, the EU becomes the fourth largest investor in defence research in Europe and with this mechanism, for the first time in the EU, the entire area from research to development to procurement is funded on the one hand by substantial budget funds, and on the other by provision various financial instruments of the European Commission. With the development of the framework, it is now up to the individual member states to set up their own defence research program.

Recent events in Europe since the 2015 migration crisis have brought border management and the defence of Europe back to the fore. The initiatives to bring about a noticeably higher efficiency of the armed forces of the member states of the EU have been put back up on the agenda. In order to narrow the gap in capabilities between the armed forces of the USA and the member states of the EU, a European Defence Action Plan with a European Defence Fund has been launched. It will now be up to the individual member states whether this plan is actually implemented in practice and whether the fund is addressed by all member states.

As a connoisseur of the processes in the European decision-making bodies and as a connoisseur of the previous cooperation between the individual member states in the field of defence, the author appears to have a motto that comes from the great German poet Johann Wolfgang von Goethe: "I hear the message well, but I have little faith." On the other hand, things are not exactly the best for Europe, so that the quote can be contrasted with a saying by another great European, namely Cicero: "Dum spiro spero (as long as I breathe, I hope)!" And Europe is reflecting on its former strength and size and is again attaching more importance to the armed forces and its armaments technology base than it currently appears.

## REFERENCES

- [1] See for more details: Pöcher Harald: The production of armaments: in Africa, America, Asia, Australia and Oceania, Our Knowledge Publishing 2020;
- [2] See for more details: Pöcher Harald, *The defence equipment production of European states*, Our Knowledge Publishing 2020;
- [3] Europäische Kommission 2017: [https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/defence-union\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/defence-union_en.pdf) (retrieved: 2018.8.22);
- [4] [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_research\\_universities\\_in\\_the\\_United\\_States](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_research_universities_in_the_United_States), retrieved: 2018.8.22;
- [5] Own calculation on the basis of <https://www.nobelprize.org>, retrieved: 2018.7.7.;
- [6] [https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/budget-may2018-eu-defence-fund\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/budget-may2018-eu-defence-fund_en.pdf), page 2-3, retrieved: 2018.7.7.;
- [7] [https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/budget-may2018-eu-defence-fund\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/budget-may2018-eu-defence-fund_en.pdf), page 3, retrieved: 2018.7.7.;
- [8] Veltze, Alois (Hrg.) Veltz's Armee-Almanach 1907. Ein militär-statistisches Handbuch aller Heere;
- [9] Query in the database of Janes\_ <https://www.janes.com>.

Horváth Attila\*

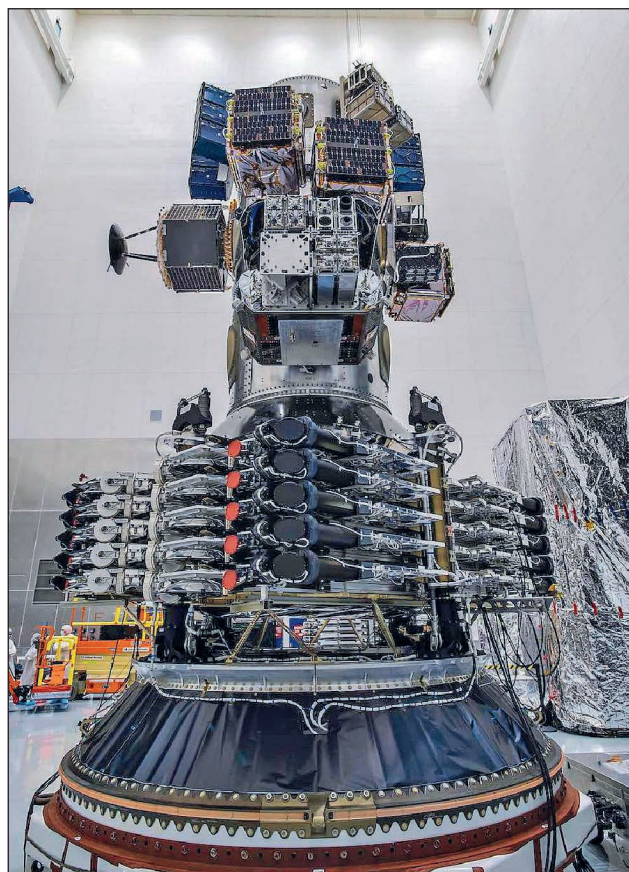
# Nanoműholdak alkalmazhatósága védelmi és biztonsági célú űrműveletekben II. rész

**A** 2010-es években kirobbant „új űrkorszak” minden korábbinál könnyebbé tette az űrendszerekhez, űrszolgáltatásokhoz történő hozzáférést és ennek nyomán egy produktív iparág alakult ki. A korábban technikai érdekességnek tekintett nano- és mikroműholdakból ma már évente több száz indul a világűrbe, hogy ott érdemi üzleti tevékenységeket támogasson. Mára ezek a miniatürizált űreszközök megjelentek a legnagyobb űrhatalmak katonai rendszereiben is. A tanulmány első részében a szerző áttekintette a mikro- és nanoműholdak technikai jellemzőit, felépítését, a lehetséges hasznos terheket.

## NANOMŰHOLD-HORDOZÓRAKÉTÁK

A nanoűr-ökoszisztéma teljessé tételéhez még egy elem, a megfelelően kis méretű hordozórakéta hiányzik. Ez a hiány várhatóan még néhány évig fenn is marad. A klasszikus űrtevékenység korszakában a tervezők célja a rakéták méretének növelése volt annak érdekében, hogy egyre nagyobb terhet tudjanak felemelni. A newspace miniatürizált űreszközei jelenleg azonban éppen azzal küzdenek, hogy minden elérhető rakéta túl nagy, emiatt túl drága (illetve kinematikailag minden rakétának van egy minimális hasznos terhe, amely nélkül nem működik megfelelően). A jelenleg piacon lévő kis méretű hordozórakéták minimális hasznos terhe is 100 kg feletti tartományban található.

A nanoműhold-hordozórakéták szükségességének oka éppen az, amit a hasznos terheknél láthattunk: a nanoműholdak műszakilag alkalmasak produktív, bevételtermelő vagy akár állami funkciókat támogató szolgáltatások nyújtására – azonban az üzleti vagy képességtervezést bizonytalanra, kockázatosabbá teszi, ha nem lehetséges a pályára állítás feletti egyértelmű kontroll. Ha másodlagos hasznos teherként kerül sor a műhold indítására, akkor mindent a fő tehernek rendel alá a rakétaszolgáltató. Ha azonban elérhetővé válik egy olyan kiserakéta, amely akár egyetlen darab 6–16U méretű műholdat is műszaki és gazdasági szempontból rentábilisan juttathat a világűrbe, akkor a műholdgyártók ezt igénybe fogják venni. Így lesz ugyanis biztosított a társasutazás okozta bizonytalanságok kiküszöbölése a saját üzleti tervükben. A hátrányok, bizonytalanságok sorában megtaláljuk a kötött ütemtervet (a tömeges indítást végző vagy egy nagy értékű fő terhet szállító hordozórakéta nem fog várni), az üzemeltetésbiztonsági korlátokat (a nanoműhold nem veszélyeztetheti a hordozórakétát és a fő terhet vagy a többi műholdat), és esetlegesen a küldetés biztonságával kapcsolatos korlátokat (a műholdat jó előre át kell adni az indításslátszólatónak, akár több kézen is átmegeg az integráció különböző állomásain, és a



10. ábra. A SpaceX Transporter-1 repülés „stack”-je, vagyis a hasznos terhet tartószerkezeti rendszere a műholdakkal [26]

kibocsátási röppályája teljesen nyilvános). (10. ábra) Egy katonai, vagy védelmi és biztonsági célú műhold esetében ezek a körülmények fokozott figyelemmel mérlegelendők.

Műszaki szempontból azért fontos a dedikált hordozórakéták használata, mert az azonnal lehetővé teszi az ideális (a végrehajtandó művelethez legjobban illeszkedő) röppálya elérését. A másodlagos hasznos teherként indított műholdak röppályáját a fő terhet igényei határozzák meg. A tömeges indítások (mint például a SpaceX Transporter szolgáltatása) pedig egy középértéknek megfelelő pályát céloz meg. Az űrművelet tervezőjének tehát meg kell várnia azt az indítószolgáltatót, amely a legközelebb viszi a megcélzott, számára ideális röppályához, és vagy kompromisszumot köt azzal a pályával, amit kap, vagy pedig a mű-

\* Alezredes, MH Modernizációs Intézet Kutatás-fejlesztési Igazgatóság Műhold Operációs Képességek Osztálya, osztályvezető.  
ORCID: 0000-0001-9768-5357

3. táblázat. A jelenleg fejlesztés alatt álló kis méretű hordozórakéták jellemzői (A táblázat elkészítéséhez felhasznált összesített irodalomjegyzék forrása: [27])

Rakéta neve	Fejlesztő	Tehermelő képesség LEO pályára	Leírás
Qased	Iráni Forradalmi Gárda	<50 kg	Shahab 3 ballisztikus rakéta első fokozat, szilárd hajtóanyagú második fokozat, ismeretlen (valószínűleg szilárd hajtóanyagú) harmadik fokozat. Átmeneti konfiguráció, a cél az első fokozat szilárd hajtóanyagú kialakítása. Szoros kötődése feltételezhető az iráni ballisztikus rakétafejlesztési törekvésekhez.
Blue Whale	Perigee Aerospace (Dél-Korea)	50–65 kg	Földgáz és oxigén üzemanyagú hordozórakéta. A tervezett indítási helyszín Ausztrália, időpontja ismeretlen (2020-ról 2021 elejére csúszott, de nem történt meg).
Zero	Interstellar Technologies (Japán)	100 kg	Földgáz (az eredeti tervekben kerozin) és oxigén üzemanyagú hordozórakéta. Az első indítást 2020-ra tervezték, a megvalósítás várható időpontja 2023-ra csúszott.
VLM	Brazil légierő	<150 kg	Szilárd hajtóanyagú rakéta, fejlesztés alatt. Kísérleti (hajtóműtesztelő, szuborbitális) indítás tervezetten 2023-ban, teljes rakétaindítás 2025-ben (ez jelentős csúszás az eredeti tervekhez képest, amikor a tesztindítás még 2019-es céldátummal szerepelt).
Volans	Equatorial Space (Szingapúr)	150–220 kg	Úszó platformról indítani tervezett, hibrid üzemanyagú hordozórakéta (szilárd tüzelőanyag és folyékony oxidálószer). Az első kereskedelmi indítás 2022–2023 környékén tervezett (jellemzően két évvel az indításról szóló bejelentés utáni a tervezett időpont).
Haribon SLS-1	OrbitX (Fülöp-szigetek)	200 kg	Algából gyártott bioüzemanyaggal és/vagy hulladék műanyagból előállított tüzelőanyaggal működő, többször indítható hordozórakéta-fejlesztés. Az első indítás során egy „dzsipek” terveznek pályára állítani. Bár rakétát még nem, de kriptoalutát már indítottak (ORBX Orbitalcoin). A vállalkozás elnevezése, kommunikációja és az úriparhoz hozzákötött más technológiai tevékenységek hangsúlyozása (kriptoaluta, hulladékhasznosítás) miatt ez a terv erős fenntartásokkal kezelendő.
DNLV	IDXA (Malájzia)	200 kg	A rakétát a fejlesztő már kereskedelmi indításokhoz kínálja, de az indítási hely sem ismert. 2018-ban 2021-es első tesztet és 2023-as első kereskedelmi indítást terveztek.
Zuljanah	Iráni Védelmi Minisztérium	220 kg	Szuborbitális teszt 2021. január 31-én. Szoros kötődése feltételezhető az iráni ballisztikus rakétafejlesztési törekvésekhez.
Tronador II	Argentín Űrügynökség	200–250 kg	Folyékony hajtóanyagú hordozórakéta, fejlesztés alatt. Érdekesége, hogy az első fokozat 3 hajtóművből 2-t a repülés alatt leválasztanak, a 3. gyorsítja tovább a rakétát a fokozat kiégéséig. Első indítás tervezetten 2024-ben.

hold manőver- (transzlációs) hajtóművével állítja be a megkívánt pályát. Ez utóbbi elvileg lehetséges, de a nanóműhold-hajtóművek igen alacsony tolóereje miatt hosszú ideig tart a pályakorrekció, miközben a műholdnak magának is véges az élettartama, ezért egyik megoldás sem tekinthető optimálisnak. Harmadik lehetőségként számításba jöhetnek az egyre elterjedtebb „space-tug” (űrbéli vontatójármű, űrvontató) szolgáltatások, ahol a műholdat nem közvetlenül a hordozórakéta állítja a végleges röppályára, hanem egy önálló manőverezésre képes végső rakétafokozat, amely akár önálló űrjárműnek is tekinthető. Ez a space-tug a hordozórakétáról leválva, a szállított műholdakat – sorozatos manővereket végrehajtva – a nekik rendelt pályára szállítja. [23] Ez a szolgáltatás rugalmasabb, de természetesen a költsége is magasabb és mint tömeges indítás, annak minden hátrányával rendelkezik. A kis méretű hordozórakéták sajátossága, hogy sokkal kisebb, és sokkal könnyebben előkészíthető indítási infrastruktúrát igényelnek, mint a nagyrakéták. Emiatt az indítások száma

jóval magasabb lehet. Egyrészt azért, mert könnyebb több indítóállást kiépíteni (kisebb az építés erőforrásigénye), másrészt azért, mert az indítás során felszabaduló energia is kisebb, nem rongálja az indítóállást, vagyis az újrafelkészítési idő is rövidül. Egészen kis hordozórakéták indíthatók akár konténeres vagy járműves platformról (transporter-erector-launcher) is.

**A ZÁRT NANOMŰHOLD-ÖKOSZISZTÉMA NEMZETBIZTONSÁGI ÉS KATONAI JELENTŐSÉGE**

A zárt (vagyis a hordozórakétát, az üreszközt és az üreszközökkel nyújtott szolgáltatásokat is tartalmazó) űrökoszisztéma képes biztosítani a világűr folyamatos és szuverén hasznosítását. Fontos kiemelni, hogy ennek léte ma már nem kérdés, ez adottság, és bármely, megfelelő befektethető tőkével rendelkező állami vagy piaci szereplő számára elérhető.

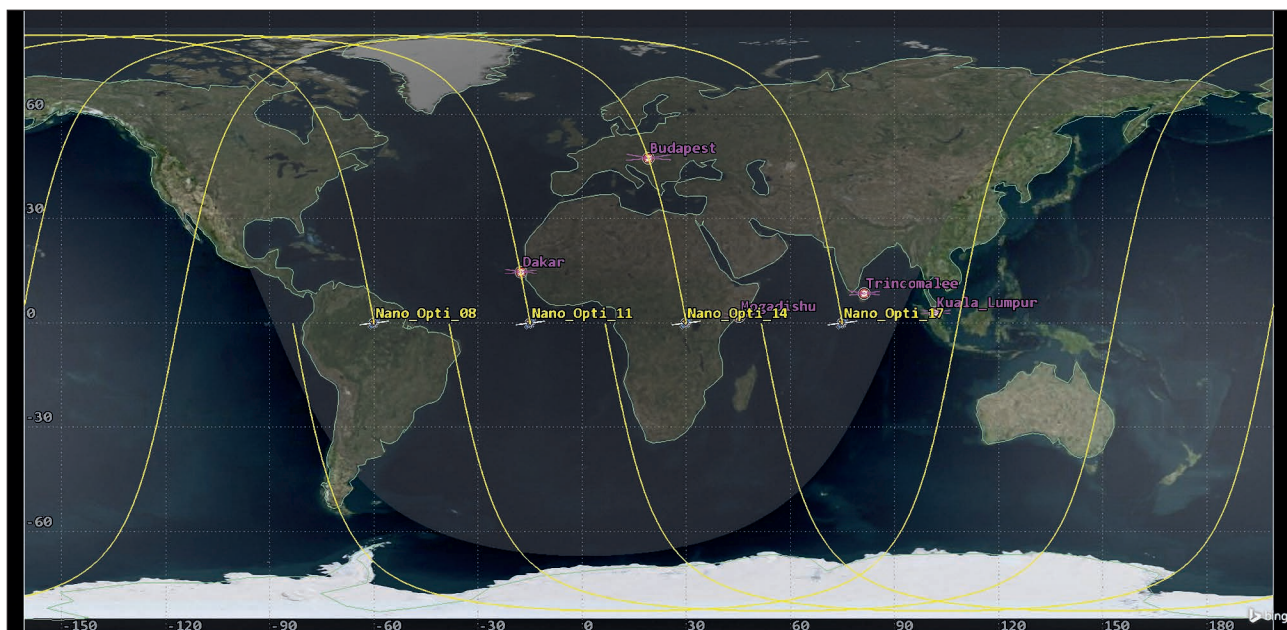


Objektív fizikai korlát a hordozórakéta-indítás lehetősége. A ma használt, ballisztikus röppályán repülő hordozórakétákkal Magyarország esetében ez kizárt, Magyarország földrajzi területéről ilyen járművet indítani nem lehet, mert a közép-európai térség településszerkezete, a földterületek hasznosítása nem teszi lehetővé a biztonságos kirepülési zónák kijelölését. A hordozórakéta-indítás problémáját azonban meg lehet kerülni. Ebből a szempontból előnyös a kis méretű hordozórakéta, amely minimális helyszíni előkészítést igényel (pl. konténerből indítható), mert ekkor több indítóhelyről lehet engedélyeztetni a használatát. Európában jelenleg Norvégiában és Svédországban található aktív indítóhelyszín [24, 25], de számításba vehető még a Svalbard-szigetek, Skócia, az Azori-szigetek, valamint a Kanári-szigetek (ezeken a helyszíneken ideiglenes indítótoronyok építését a világűrbe küldeni, de már több állandó létesítmény tervezés, illetve építés alatt áll). A hordozórakéta képesség műveleti rugalmasságát növeli, ha a feladat végrehajtásához több helyszín közül lehet választani.

A műholdak gyártása mára kereskedelmi tevékenységgé vált, így üzemből műholdak is rendelhetők az erre specializálódott gyártóktól, vagy komponensek is vásárolhatók, és saját gyártó partnerrel összeszerelhetők. Mivel a komponenseket sorozatban gyártják és az áruk viszonylag alacsony, nem lehet akadály a raktárkészlet kialakítása, akár komplett műholdak is tárolhatók tartályokban, és szükség esetén ezeket rövid időn belül indítható (sőt, a gyors ütemű technológiai fejlődés miatt célszerű is az egy ideig tartózkodó műholdat „elhasználni”, vagyis pályára állítani és újat gyártani). A nanoműhold alacsony ára miatt lehetséges nagyobb darabszámú műholdból álló konstellációk kialakítása, amely számos műveleti előnnyel jár:

- amikor a teljes konstelláció működőképes, akkor jelentősen lerövidül az újramegfigyelési idő, megnő az az időtartomány, amikor a szemben álló félnek számításra kell arra, hogy megfigyelik, illetve nagy mennyiségű adat generálódik a fentebb leírt utófeldolgozáshoz;
- de ha valami miatt a konstelláció megsérül (meghibásodás, ellenséges behatás éri), akkor az űrhasznosítás képessége nem vesz el, hiszen több műhold is működőképes marad, csak esetleg a szolgáltatásminőség csökken.

11. ábra. A leírt konstelláció pályái, a műholdak nevében látható a hozzájuk tartozó leszálló csomó helyi időparaméter (Forrás: a szerző szimulációja STK szoftverrel)



**PÉLDÁK MEGVALÓSÍTHATÓ NANOMŰHOLD RENDSZEREKRE**

A fenti megállapításokból kiindulva felvázolhatók különböző nanoműhold-alkalmazási konstellációk, amelyek aránylag rövid idő alatt megvalósíthatók és jelentős gyakorlati hozadékkal bírnak.

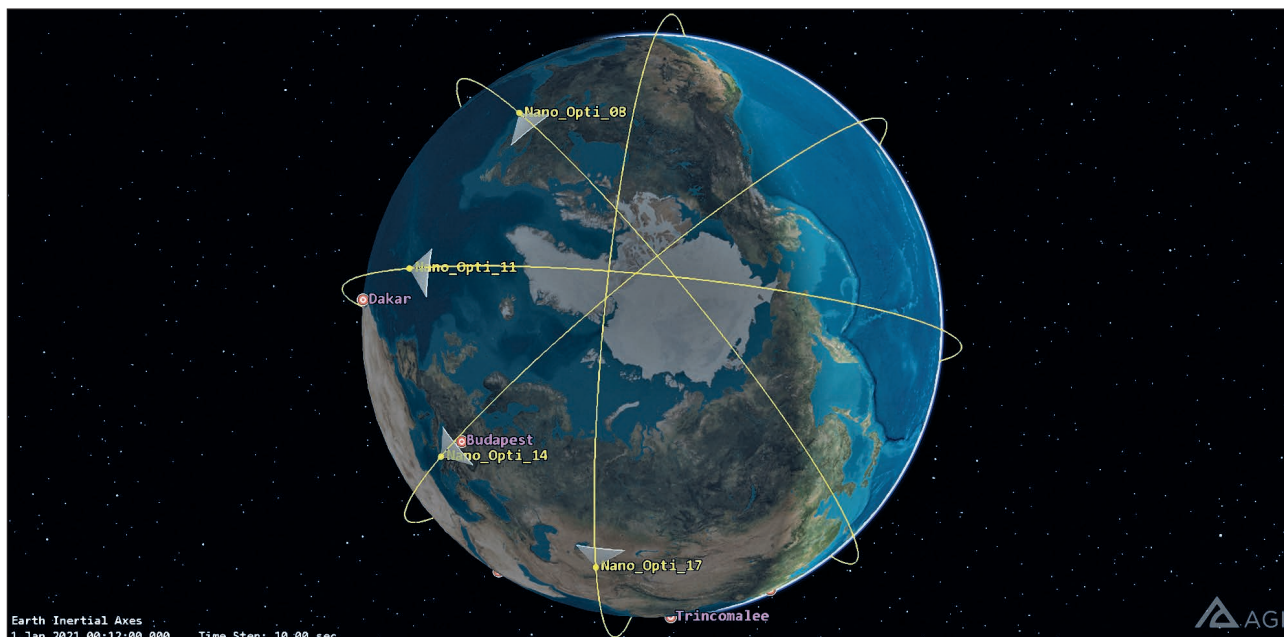
Vizuális, elektrooptikai távérzékelő konstellációk tipikus röppályája a napszinkron poláris pálya, amely gyakorlatilag idővel az egész Föld felszínét bejárhatóvá teszi a műhold számára. Az északi sarkvidék egyre fokozódó geopolitikai jelentősége is indokolja ennek a röppályának a használatát, továbbá a tömeges kereskedelmi műholdindítási szolgáltatások is ilyen röppályát céloznak meg. Így tehát esetünkben szerencsésen találkozunk az igények és a lehetőségek. Fontos azonban figyelembe venni azt, hogy a napszinkron röppályák síkjának kelet-nyugati irányú elhelyezkedése befolyásolja, hogy milyen természetes megvilágításban látható egy adott földterület. Vagyis miközben a teljes földfelszínről valamilyen képet bármely röppályáról kapunk, a felhasználói igényeknek megfelelő megvilágítású képet azonban csak egy korlátozott röppályatartományból kaphatunk.

Ennek vizsgálata érdekében az Analytical Graphics Systems ToolKit szoftverben négy, egymástól 45°-kal elforgatott pályasíkon keringő műholdat modelleztem. A pályák adatai az 4. táblázatban láthatók.

4. táblázat. Négy, pályasíkon keringő műhold pályaadatái (A szerző szerkesztése)

Pályamagasság	Leszálló csomó helyének helyi ideje
450 km	08 óra
450 km	11 óra
450 km	14 óra
450 km	17 óra

Egyéves időtartam alatt minden röppályáról modelleztem Budapest láthatóságát (úgynevezett „access” jelentés



12. ábra. A leírt konstelláció pályái az Északi-sark felől bemutatva (Forrás: a szerző szimulációja STK szoftverrel)

generálásával). Ezután – mert a modellezett műholdkonstelláció vizuális képalkotó szenzorokat hordoz –, azt is modelleztem, hogy mely átrepülések történtek nappal, és melyek éjszaka (a napi napkelte és napnyugta időpontok alapján). Fontos kiemelni, hogy a szoftver a Föld bármely pontjára képes ezt a számítást elvégezni, és az eredmények az adott röppályák mellett a célpont földrajzi hosszúságához fognak igazodni. Nem lehet tehát „abszolút legjobb” pályát találni, hanem csak az igényekhez leginkább illeszkedőt.

A modellezés alapján a következő megállapítások tehetők: Egy műhold egy év alatt 406-408 alkalommal látja a célpontot. A 08 órás leszálló csomó helyre pályára állított műhold biztosítja a legtöbb nappali megfigyelést, 244 alkalmat, míg a 17 órás a legkevesebbet, 149 alkalmat. Havi bontásban a nappali megfigyelési alkalmak a 5. táblázatban foglaltak szerint alakulnak.

5. táblázat. A nappali megfigyelési alkalmak havi bontásban (A szerző szerkesztése)

Hónapok	Röppályák			
	08 órás	11 órás	14 órás	17 órás
Január	18	18	18	0
Február	16	14	16	3
Március	18	17	18	16
Április	18	17	17	16
Május	24	18	17	29
Június	32	17	16	31
Július	31	17	17	26
Augusztus	20	18	18	17
Szeptember	16	17	17	11
Október	17	18	17	0
November	17	17	17	0
December	17	16	17	0

Látható, hogy a reggeli és az esti órákhoz igazodó röppályák jobban ki tudják használni a nyári hosszabb megvilágítottságot, míg a nap középső időtartományához igazodó röppályák teljesítménye egyenletesebb. Figyelembe kell venni azt is, hogy a 08 és 17 órás pályáról a célpont alacsony napállás mellett látható, hosszú árnyékokkal, míg a 11 és 14 órás pályáról való megfigyelés során a Nap magasabban van az égen. Ez a látószög ismételtlen a megfigyelési feladat tartalmától függően tekinthető előnynek vagy hátránynak, vagy egyszerűen adottságnak.

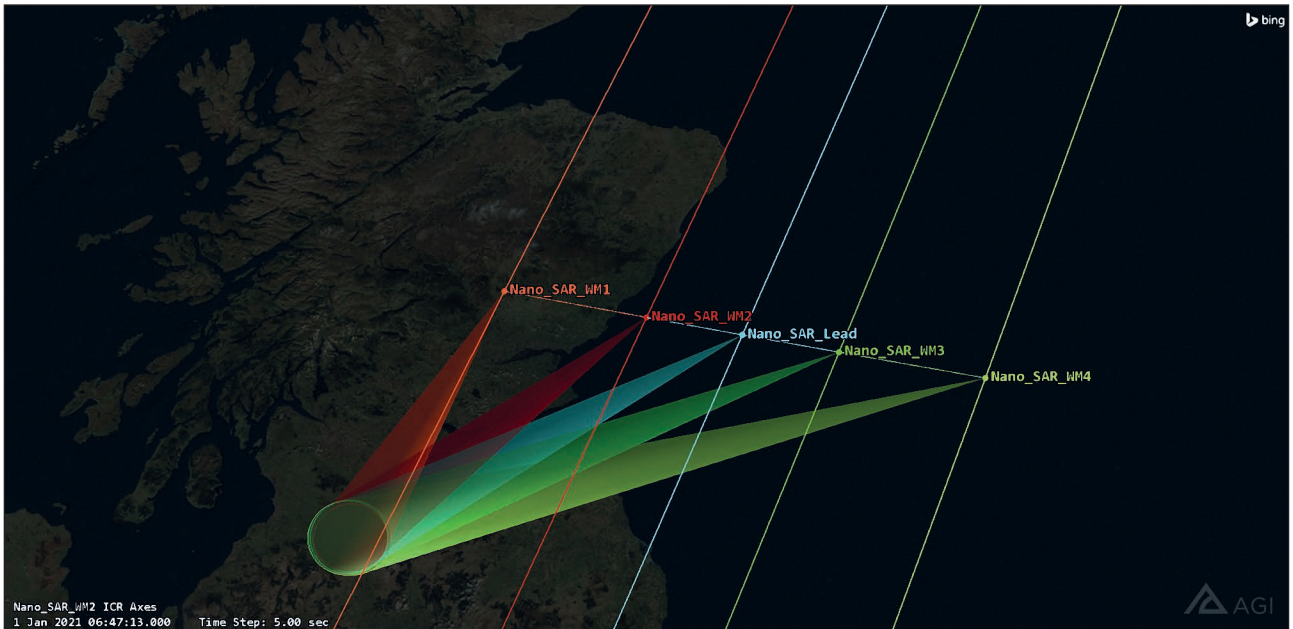
Példaként lássunk napokat, amikor mind a négy műhold látja Budapestet (időpontok egyezményes koordinált világidő [UTC – Universal Time Coordinated] szerint) (6. táblázat)

6. táblázat. Négy műhold látja el Budapestet (A szerző szerkesztése)

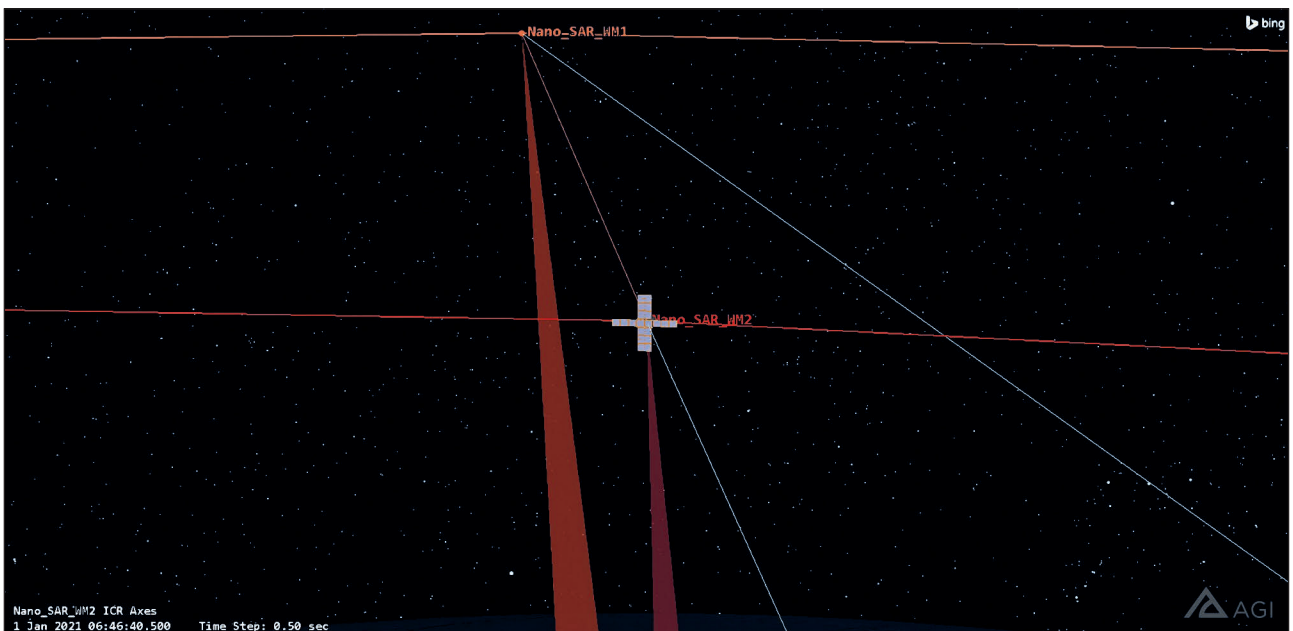
Hónapok	Röppályák			
	08 órás	11 órás	14 órás	17 órás
Ápr. 14.	07:13:29	10:20:51	13:28:14	16:35:33
Jún. 13.	07:14:51	10:22:13	13:29:34	16:36:54
	17:49:05			
Jún. 27.	07:02:46	10:10:09	13:17:30	03:33:09
				16:24:52
Szept. 17.	06:58:26	10:05:49	13:13:11	16:20:32

Fontos kiemelni, hogy azokon a napokon (órákban, percekben), amikor a műhold (konstelláció) nem látja Budapestet, akkor lát más célpontot. Az üzemeltetők feladata, hogy a felhasználóktól kapott hírigények alapján olyan megfigyelési tervet állítsanak össze, ami optimálisan kihasználja a műhold megfigyelési, fedélzeti adattárolási és adatletöltési lehetőségeit annak érdekében, hogy a felhasználói közösség számára a legmagasabb értékű szolgáltatást nyújtsa. Hozzá kell tenni, hogy a fenti láthatóság-elemzés csak a Nap általi bevilágítást vette figyelembe, a mesterséges megvilágítást (pl. a települések éjszakai fényei vagy más emberi tevékenységhez tartozó világítás),





13. ábra. A radarkötélék elemei, középen a vezér (Lead), mellette a kísérő (Wingman, WM) (A szerző STK szoftverrel készített szimulációja)



14. ábra. Két kísérőműhold, és az azokat összekötő lézeres kapcsolatok. A WM1 és WM2 közötti vörös vonal a köztük lévő közvetlen kapcsolatot jelöli, a kép jobb alsó része felé futó kék vonalak a vezérműhold felé irányuló kapcsolatokat jelzik (A szerző STK szoftverrel készített szimulációja)

illetve a természeti folyamatok, pl. tüzek, vulkánkitörések fényeit nem, pedig bizonyos feladatok esetén ezek is relevánsak lehetnek. Továbbá az elemzés nem tudja figyelembe venni a felhőzet takaró hatását sem.

A vizuális konstellációktól eltérően, az aktív radar műholdak röppályáját más szempontok alapján kell megtervezni. Itt a célpont láthatósága nem függ a megvilágítottságtól, azonban a műhold (a radar miatt) igen nagy energiaigénnyel bír, vagyis a napelemek benapozottsága meghatározó a működéshez. Ennek érdekében használják azt a napszinkron pályát, amikor a pályasík közel egybeesik a nappal-éjszaka határvonallal, vagyis merőleges a Nap sugarainak irányára, így folyamatos megvilágításban van. A Systems ToolKitben egy olyan mű-

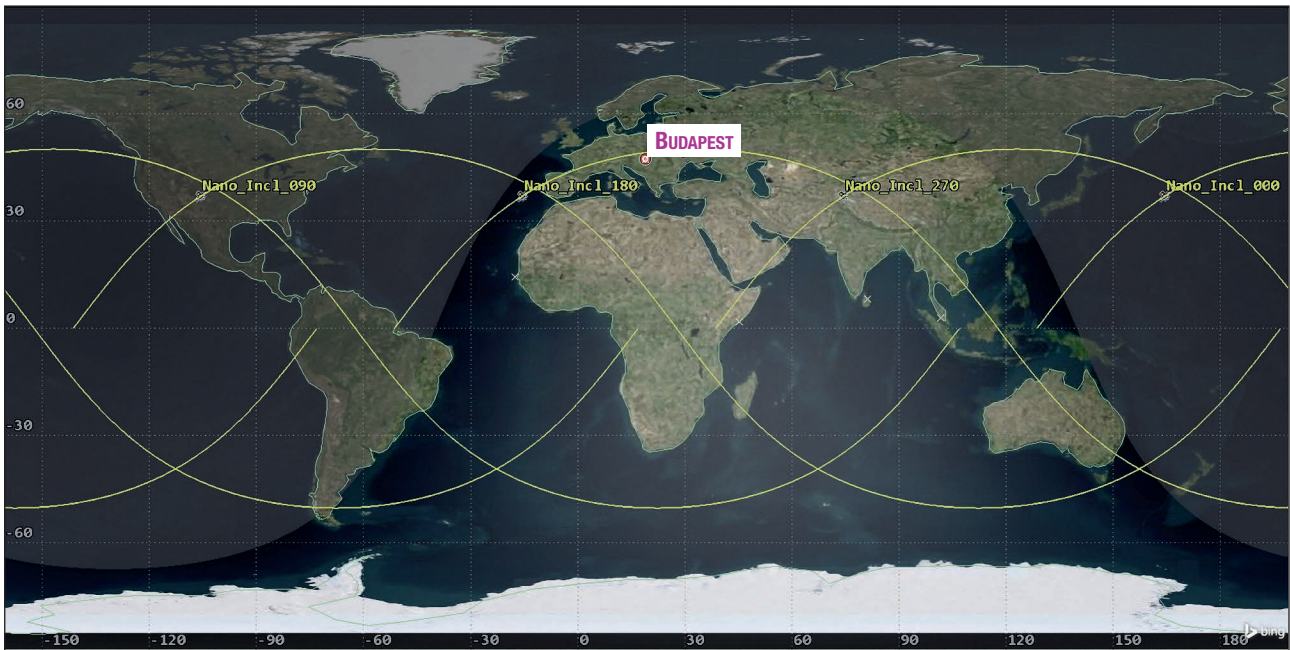
holdkötéléket építettem fel, amely egy nagy méretű, aktív radart hordozó, megvilágító műholdból és négy kísérőből áll, amelyek csak passzív vevőt hordoznak. Ez a multistatikus radarrendszer kétdimenziós apertúraszintézist képes megvalósítani, amely szintetizált apertúra mérete sokszorosa a tényleges műholdak fizikai méretének. A vezérműhold pályája 450 km magas, a leszálló csomó helyének helyi ideje 06 óra. A belső kísérők ehhez képest 1-1 percnyi helyi idővel tolnak előre és hátra, míg a külső kísérők további 1,5-1,5 perccel. Fontos kiemelni, hogy az apertúraszintézis érdekében az optimális távolság meghatározása további vizsgálatot igényel, ez a kialakítás csak azt szemlélteti, hogy miképpen viselkedik egy ilyen típusú műholdkötélék.



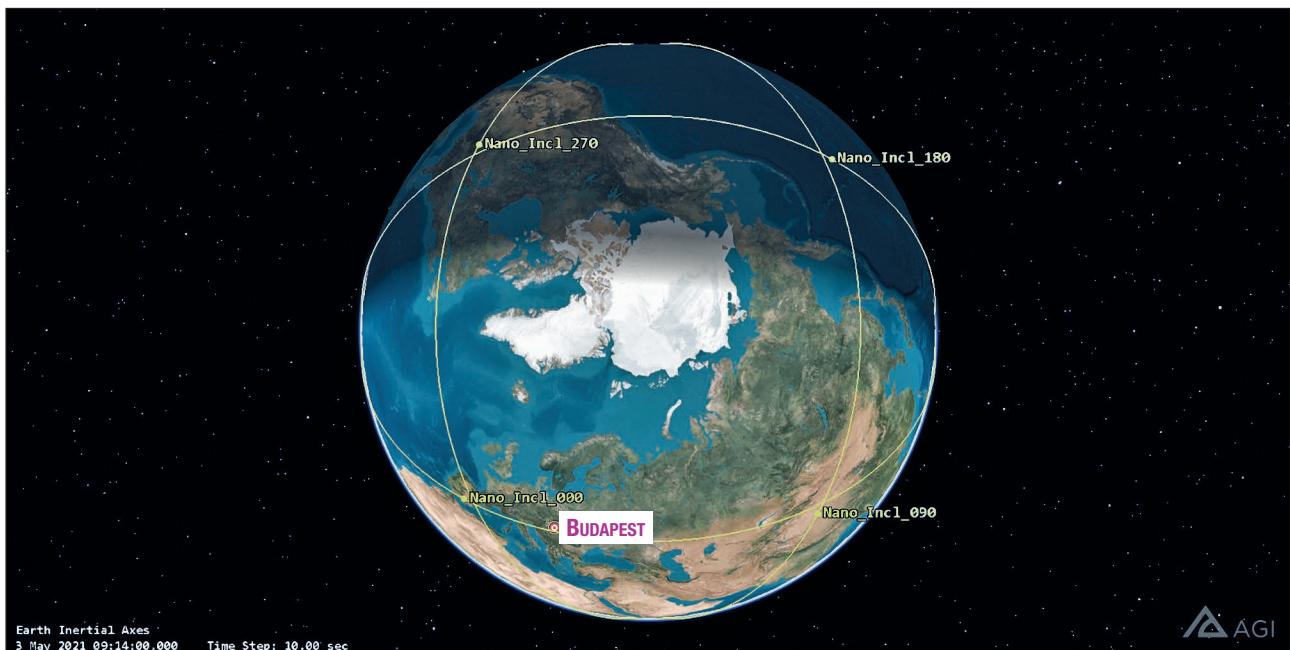
Kepler első törvénye értelmében minden pálya síkjának a Föld középpontján kell átmennie, emiatt a pályák a sarkvidékek felett keresztezik egymást, és az Egyenlítőnél vannak egymástól a legtávolabb. Mivel a pályasíkok elfordítása a leszálló csomó helyi idejének megváltoztatásával történik, a műholdak nem pontosan a keringési sebességvektorra merőleges vonalon helyezkednek el, hanem kissé eltérően meg is előzik a vezérműholdat, illetve lemaradnak tőle, így a pályák kereszteződésében a műholdak nem ütköznek, mert hosszirányban egymáshoz képest eltolódnak. A kísérők azonban oldalt váltanak, a jobb kísérő bal kísérővé válik.

Mivel a műholdak közötti távolság folyamatosan változik, a képfeldolgozáshoz szükséges számítások elvégzése érdekében azt pontosan mérni kell, ésszerű megoldás erre a műholdakat összekötő lézeres kapcsolat futási idejének felhasználása. Továbbá arról is gondoskodni kell, hogy a köteléket alkotó műholdak antennái mindig ugyanarra a földfelszíni területre irányuljanak, a folyamatosan változó relatív pozíció ellenére is. Emiatt a lehető legpontosabban szükséges mérni a kötelék térbeli elrendezését, és beállítani az egyes műholdak helyzetét. A mérés a legpontosabb fedélzeti rendszereket igényli. Az ehhez szükséges csillagszenzorok pontossága függ a méretüktől (az optikai rend-

15. ábra. A négy műholdas, 50°-os pályahajlásszögű konstelláció pályái. A műholdak megnevezésében látható a felszálló csomó helye. A 180-as műhold hamarosan átrepül Budapest felett (Forrás: a szerző szimulációja STK szoftverrel)



16. ábra. A pályák az Északi-sark irányából nézve. A 000-as műhold hamarosan átrepül Budapest felett (Forrás: a szerző szimulációja STK szoftverrel)



7. táblázat. Egy véletlenül kiválasztott nap megfigyelési „órarendje” (A szerző szerkesztése)

2021. szeptember 09.	Műhold (felszálló csomó helyével jelölve)	Az előző áthaladás óta eltelt idő
00:59:47	90	01:37:43 (az áthaladás az előző napon történt)
02:21:32	180	01:21:45
03:59:07	180	01:37:35
05:36:58	180	01:37:51
07:14:38	180	01:37:40
08:36:21	270	01:21:43
10:14:02	270	01:37:41
11:51:54	270	01:37:52
14:51:13	0	02:59:19
16:28:58	0	01:37:45
18:06:48	0	01:37:50
21:06:05	90	02:59:17
22:43:54	90	01:37:49

szer mérete, tömege miatt), de a nanóműholdakhoz illeszkedő méretben, tömegben is elérhetőek már fél szögpercnél is jobb pontossággal. A többféle aktuátort tartalmazó, háromdimenziós helyzetbeállító rendszerek is hasonló pontossággal biztosítják a műhold térbeli helyzetének stabil megtartását.

A napszinkron poláris röppálya természetesen nem az egyetlen pálya, amelyre kis méretű távérzékelő műhold állítható. A pályahajlásszög csökkentésével nő azon területek megpillantásának esélye, amelyek földrajzi szélessége kisebb, mint a pályahajlásszög. A magasabb földrajzi szélességek azonban nem láthatók. Magyarország esetében

– figyelembe véve a NATO- és EU-tagságunkat és azt az igényt, hogy a műholdak képességeinek kihasználása érdekében azokat célszerű úgy megtervezni, hogy minél több potenciális „ügyfél” részére tudjon szolgálatni –, az 50°-os pályahajlásszög tekinthető az alsó határértéknek (Magyarország legészakibb pontja 48° fok 35' szélességen található). Így egy év alatt 1199 alkalommal látható a referencia célpontnak választott Budapest (naponta átlagosan 3,3 alkalommal), azonban a megvilágítás minden áthaladásnál eltérő. Ilyen röppálya esetén, az adatok letöltése érdekében naponta átlagosan 5,5 alkalommal nyílik lehetőség a műhoddal történő kommunikációra Magyarország területéről. Ezek a számok magasabbak, mint a poláris pálya esetében számítottak, de ott például adott a lehetőség sarkvidéki kiegészítő letöltő állomások létesítésére, amelyek sokszorosára növelik a kommunikációs alkalmak számát<sup>7</sup>.

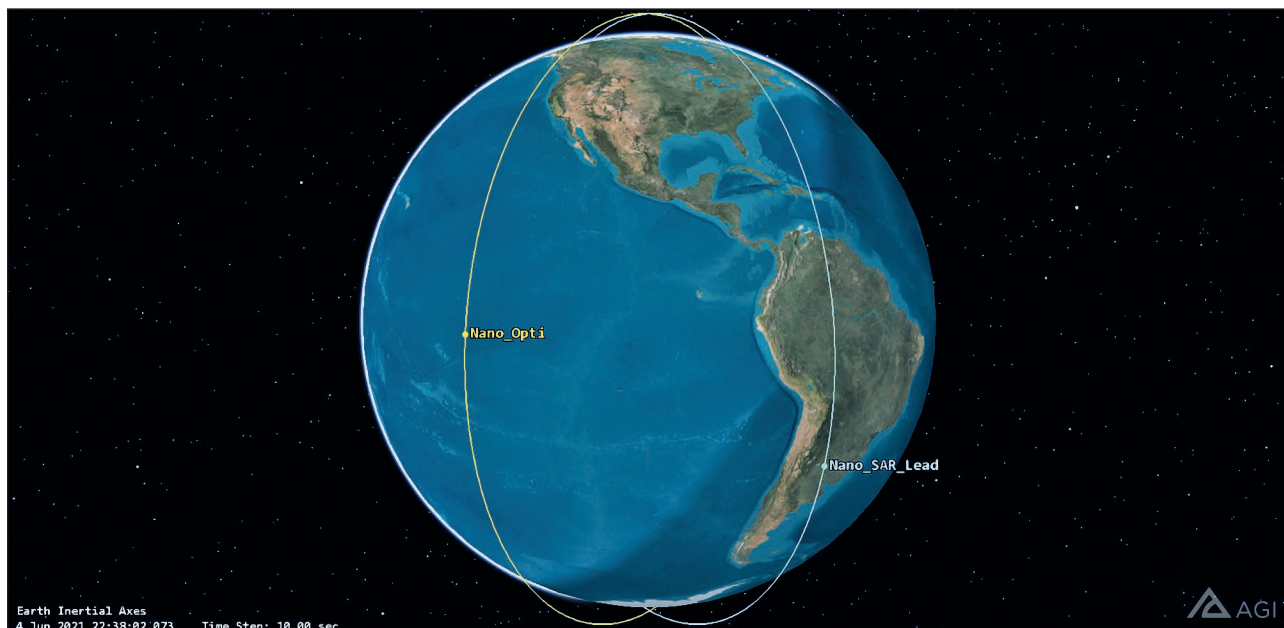
Példaként szimulálásra került egy négy műholdból álló konstelláció, 450 km magasságú, 50° hajlásszögű pályákkal, amely pályák egymáshoz képest 90°-kal vannak elfordítva a Föld középpontja körül (a felszálló csomó helye rendre 0°, 90°, 180° és 270°). Ez a konstelláció egy év alatt 4800 alkalommal képes megfigyelni Budapestet, vagyis naponta átlagosan 13 alkalommal. Egy véletlenül kiválasztott nap megfigyelési „órarendje” a 7. táblázatba foglalt adatok szerint alakul.

A táblázatból látható, hogy a célterület szinte folyamatos megfigyelés alatt tartható, mindössze 4 műhoddal. Gyakorlatilag majdnem minden keringés alkalmával megfigyelhető Budapest valamelyik műholdról.

## ÖSSZEGRÉS

A newspace, az új űrkorszak a mikroelektronikai forradalom eredményeként elhozta az űrtevékenységek proliferációját. Számos gazdasági vállalkozás alapul erre, és az állami űrtevékenységekben is megjelenőben vannak a kis méretű és tömegű, sorozatban gyártott (vagy sorozatban gyártott alkatrészekből összeépített) műholdakra alapozott rendszerek.

17. ábra. Egy kombinált elektrooptikai és radar-távérzékelő konstelláció, egy vizuális műhoddal és a radarkötélék vezérműhaldjával (Forrás: a szerző szimulációja STK szoftverrel)



Az ilyen rendszerek nemzetbiztonsági és katonai hatása kettős:

- aki él velük, az ki tudja használni az űrendszerek globális elérését, a területen kívüliséget, a szemben álló fél folyamatos megfigyelésének lehetőségét (egy jól tervezett konstellációval elérhető, hogy az újramegfigyelési idő olyan rövid legyen, hogy a szemben álló fél gyakorlatilag nem tud elrejtőzni);
- de aki nem él velük, az kiszolgáltatja magát a szemben álló fél adatszerzésének.

Az ilyen rendszerekhez történő hozzáférés lehetősége ma már korlátoktól mentes (külön piaci szegmenst képeznek a „ITAR-free”, vagyis az amerikai fegyverexport-kontroll jogszabályok hatálya alá nem tartozó eszközök). Az űreszközök és az indítások ára megfizethető, és az árak további csökkenése várható; a specializált kis méretű hordozórakéták pedig a jövőben lehetővé teszik a kompromisszumoktól mentes és gyors reagálású indításokat.

A pontos felhasználói igények definiálását követően a technikai lehetőségek ma már biztosítják a célnak leginkább megfelelő műholdas rendszer megvalósítását. A tanulmány több lehetséges műholdas rendszert felvázolt, amelyek külön-külön is, vagy akár, a nanoműholdak relatív alacsony befektetési igényét figyelembe véve, fokozatosan egymás után kiépítve, korábban soha nem látott képességeket képesek biztosítani az egyes államok – köztük Magyarország –, valamint szövetségi rendszerek számára is a védelmi és biztonsági célú, valamint más állami tevékenységeik támogatásához.

Ez a publikáció az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-20-3-II-NKE-62 kódszámú Új Nem-



zeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.



INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI MINISZTERIUM NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

#### HIVATKOZOTT IRODALOM

- [23] Momentus last-mile in-space delivery, <https://momentus.space/services/> (Letöltve: 2021.5.27.);
- [24] Andoya Space Center, <https://www.andoyaspace.no/> (Letöltve: 2021.4.11.);
- [25] Esrange Space Center, <https://www.sscspace.com/ssc-worldwide/esrange-space-center/> (Letöltve: 2021.4.11.);
- [26] Forrás: <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/t/transporter-1> (Letöltve: 2021.5.27.);
- [27] <https://horvath.space/nano-launchers/>

#### JEGYZETEK

7 Az ÚNKP kutatási program része volt a kommunikációs rendszerek vizsgálata is, az ezzel kapcsolatos publikáció a Hadmérnök folyóiratban jelenik meg.

## A lapunk posztermellékletén látható PzH 2000 önjáró löveg főbb harcászati-műszaki adatai

<b>Kezelőszemélyzet</b>		max. 5 fő (parancsnok, vezető, irányzó, 2 fő töltőkezelő)
<b>Hosszúság</b>	<b>teljes, löveggel / páncéltest</b>	11,67 m / 7,30 m
<b>Szélesség</b>	<b>teljes / kötény nélkül</b>	3,58 m / 3,37 m
<b>Magasság</b>	<b>teljes / torony nélkül</b>	3,46 m / 3,06 m
<b>Hasmagasság</b>		0,44 m
<b>Lánctalp</b>	<b>szélessége</b>	0,55 m
	<b>felfekvése</b>	4,91 m
<b>Tömeg</b>	<b>üres tömeg / harci tömeg</b>	49 t / 55,33 t
<b>Erőforrás / teljesítmény</b>		MTU 881 dízelmotor / 735 kW (1000 LE)
<b>Nyomatékváltó</b>		Renk HSWL 284, automata, 4 előre-, 2 hátrameneti fokozat
<b>Felfüggesztés</b>		torziós
<b>Fajlagos teljesítmény</b>		13 kW/t (18 LE/t)
<b>Sebesség (max.)</b>		60 km/h
<b>Hatótávolság</b>		420 km
<b>Emelkedő-kapaszkodó képesség</b>		50%
<b>Oldaldőlés</b>		25%
<b>Lépcsómászó képesség</b>		1 m
<b>Árokáthidaló képesség</b>		3 m
<b>Fegyverzet</b>	<b>fő</b>	155 mm-es L/52-es ágyútarack
	<b>másodlagos</b>	7,62 mm-es MG3 típusú géppuska
	<b>ködgránátvetők</b>	2×4 db, 76 mm-es gránátvető

Forrás: Sály Zoltán, „A PzH 2000 önjáró löveg” *Haditechnika* 54. 2. sz. (2020): 59. o. <http://doi.org/10.23713/HT.54.2.09>

1. ábra. A 45. alpesi-világbajnokságot 2019-ben svédországi Åre városában rendezték, ahol több technikai újítás között a magyar Continest Technologies Zrt. összecsucskható konténerai is szerepet kaptak. A kétszintes konténerblokkban rendezték be a világverseny szervizközpontját [8]



Ott István Dániel\*

# Konténerek katonai alkalmazásának új lehetőségei **I. rész**

## Hazai gyártású összecsucskható konténerrendszerek a haderőben

### A GYORS EGYSÉGRAKOMÁNY-KÉPZÉS LEHETŐSÉGE – KONTÉNEREK A HADERŐBEN

A konténeres áruszállítást egy egyszerű kérdésfelvetés szülte az 1930-as években. Malcom P. McLean teherautó sofőrként dolgozott, amikor egy kis amerikai kikötővárosban hosszú órákat kellett vesztegetnie, hogy rakományát hajóra tegyék. Innen kapta az inspirációt a rakodás gyorsabbá, költségkímélőbbé tételére. Évekkel később üz-

letemberként, cége teherautóinak platóján átrakodás nélkül küldte az árukat hajón és vasúton, még hozzá minél közelebb a célállomáshoz. Ezzel megteremtett egy újfajta, kombinált szállítási módot: a Ro-Ro-t (roll on – roll off)<sup>1</sup>. McLean a módszert tovább gondolva – előbb csak a pótkocsit, majd csak a rakfelületet az alvázzal, végül alváz nélkül feladva – jutott el az önálló szállítási egység, a konténer szabadalmaztatásáig. Találmányával időt és erőforrást megtakarítva, gazdaságosabbá és gyorsabbá tette az

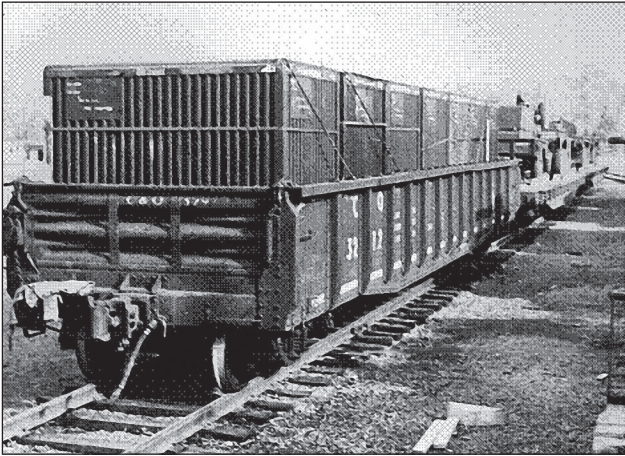
**ÖSSZEFOGLALÁS:** Az 1930-as években az USA-ban szabadalmaztatott szállítási egység – közismert nevén a konténer – megteremtette az egyszerű és gyors egységrakomány-képzést. A zárt konténerek lehetővé teszik, hogy bennük mobil lakóteret vagy irodát alakítsanak ki. Ilyen konténerek gyártásával, fejlesztésével és forgalmazásával foglalkozik a magyar Continest Technologies Zrt. is. A cégnél fejlesztés és tesztelés alatt állnak ballisztikai védelemmel ellátott, összecsucskható, napelemmel vagy hibrid energiaforrással szerelt egységek is, amelyeket a Magyar Honvédség Modernizációs Intézetével közösen fejlesztenek a Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program (HHP) keretében.

**KULCSSZAVAK:** konténer, magyar védelmi ipar, Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program, mobiltábor, Continest Solar 10 és CN SU 20 nap-elemes konténer

**ABSTRACT:** In the 1930s, a U.S.-patented shipping unit — commonly known as a container — enabled easy and fast unit load training. Hungarian Continest Technologies Zrt. Also deals with the production, development and distribution of such containers. The company is also developing and testing units with folding ballistic protection, solar panels or hybrid energy sources, which are being developed together with the Modernization Institute of the Hungarian Armed Forces within the framework of the Zrínyi Defense and Armed Forces Development Program.

**KEY WORDS:** container, Hungarian defense industry, Zrínyi Defense and Army Development Program, mobile camp, Continest Solar 10 and CN SU 20 solar container

\* Járműmérnök. ORCID: 0000-0001-5524-6735



2. ábra. Utánpótlás szállítása amerikai katonai konténerekben 1951-ben, a koreai háború idején (Forrás: twitter.com)



3. ábra. Logisztikája során egyetlen modern haderő sem nélkülözheti a szállítókonténereket, az amerikai hadsereg CH-47 Chinook helikoptere egy konténer külső függesztéssel történő emelésére készül (Forrás: defense.gov)

áruszállítást. Az „univerzális szállítódobozok” méreteit szabványosították, világszerte így terjedtek el. [1] Az egyszerű és gyors egységgrakomány-képzés lényege, hogy a szállítmányt átrakodás nélkül lehet célba juttatni. Ez a lehe-

tőség már a második világháború előtt felkeltette a katonai szakértők figyelmét, különösen az USA haderejében. Az amerikai hadsereg a második világháború szinte összes hadszínterén jelen volt, ezért logisztikájának, hosszú utánpótlási láncokat kellett működtetnie. A szállítási nehézségeken túl, szembe kellett nézni az eltérő klimatikus viszonyokkal is. Ekkor mutatkozott meg a zárt konténernek egy újabb előnye, a merevvázú szállítóegység ugyanis nemcsak összefogta a benne tárolt szállítmányt, de megővta az időjárás viszontagságaitól is. Ezáltal a konténer nemcsak a szállításra, de hadszíntéri készlettárolásra, „mobil raktárként” is megoldást kínált. Az amerikai „katonai konténer” a második világháború után biztosították a koreai háború utánpótlását is, bár a katonai logisztikában csak a vietnámi háború idején váltak általánossá. [2] (2. ábra) Napjainkban a missziós felhasználás mellett a hazai gyakorlatok biztosításában, illetve a mindennapi életben is elengedhetetlené vált a konténer alkalmazása. Az általános szállító-, illetve tárolókonténer mellett az olyan speciális kialakítású konténer szerepe is felértékelődött, mint pl. a telekommunikációs, az üzemanyagtöltő állomásként működtetett és a vezetéki pont konténer. A missziós műveletek ellátása elképzelhetetlen lenne ezen eszközök nélkül, amelyeket az USA haderején kívül minden modern hadsereg, (3. ábra) így a Magyar Honvédség is alkalmaz feladatellátásai során. [3]

A konténer további előnye, hogy a szállítás alatt fedetten – megfelelő hőszigetelés, párazárás, tengeri só elleni védelem esetén – a külső környezet behatásai nélkül tárolják az árut. Az ilyen minőségű tárolótér nyitotta meg a lehetőségét annak, hogy konténerben mobil lakóteret alakítsanak ki. A lakóterrel ellátott konténer egyik ötletgazdája, Nicholas Lacey brit építész volt, aki diplomamunkájában vetette fel a selejtezett szállítókonténer lakókonténerként történő újrahaznosítását. [4] Később több szabadalom is született a témában, így a lakókonténer nyújtotta képesség sem kerülte el a katonai szakértők figyelmét. Az amerikai hadsereg az 1991-es Sivatagi Vihar elnevezésű hadműveletben már széles körben alkalmazta a lakókonténeret, amelyekből ideiglenes körleteket, tábori kórházakat, szerelőműhelyt, rekreációs központokat épített. (4. ábra) A konténertáborok alkalmazásának előnyei – többek között a gyors telepíthetőség, a modularitás és az időjárásállóság – hasonlóak a szállító konténeréhez. [5]

4. ábra. A lakó- és irodakonténer rendszersítése a haderő számára is sokszínű felhasználást ígér: a bal oldali képen konténerbe szerelt edzőterem, míg a jobb oldali fotón tábori mosoda látható [14]





**5. ábra. A Magyar Honvédség MAN típusú önrakodó konténerszállító tehergépkocsija. Az elmúlt évtizedekben az MH-ban szállító, műhely, labor, egészségügyi stb. merevvázias konténerek is rendszeresítésre kerültek** (Forrás: HM Zrínyi Nonprofit Kft. / honvedelem.hu)

Az iroda-, műhely- és egyéb (pl. a katonák elhelyezését kiszolgáló körlet) célú konténerek katonai alkalmazása már a Magyar Néphadseregben is felmerült, de az elképzeléseket csak az 1990-es években követték gyakorlati fejlesztések. A hazai K+F tevékenység eredményeként létrehozott konténerek honvédségi tesztjei biztató eredményeket mutattak, és több típus rendszeresítésre is került. [6] Példaként említhető a logisztikai karbantartó konténer, a vegyimentesítő konténer, vagy a készen vásárolt konténer rendszerű üzemanyagtöltő állomás. Egy műhelykonténer előnye, hogy a konténerszállító tehergépkocsinak nem kell a helyszínen maradnia, amíg a műhelykonténerre szükség van, addig szállíthat, telepíthet más funkciójú konténereket. Az MH közlekedéstechnikai eszközeinek fejlesztése során egyik mérföldkőnek számított a konténerakkodó és -szállító eszközök beszerzése is. A jármű felhasználása így univerzális, szemben az egyetlen feladatot ellátó műhelygépkocsival. [7] (5. ábra)

Napjainkban irodakonténerek gyártásával és forgalmazásával foglalkozik a 2017-től szentendrei székhellyel működő, magyar Continest Technologies Zrt. is, amely 2021 augusztusában Székesfehérváron nyitott gyártóüzemet. Összecsukható innovációjukkal egy merevvázias irodakonténer helyén öt darabot tudnak szállítani, amelyeket szétnyitva percek alatt telepíteni tudnak. Az összecsukható konténerek holland eredetű ötletét – egy nagyszerű, innovatív műszaki megoldással – lakókonténerekre alkalmazva jelentősen csökkenteni tudták a logisztikai költségeket. A hálózati elektromos csatlakozókkal ellátott konténereik

**6. ábra. A Continest Technologies Zrt. innovációja, az összecsukható lakókonténer jelentős megtakarítást, gyors telepíthetőséget ígér** (Forrás: Continest Technologies Zrt.)



berendezéseinek és felhasználhatóságának csak a fantázia szab határt. (6. ábra)

Katonai alkalmazásra ajánlják az ellenőrző-áteresztő pont, vezetési pont, több konténer összekapcsolásával mobil tábor, tábori kórház konténereiket. A Continestnél fejlesztés, tesztelés alatt állnak a ballisztikai védelemmel ellátott – gyalogsági fegyverek lövedékeinek, aknavető gránátok és rakéták repeszhatásának ellenálló konténerekből kialakított mobil-táborok, napelemmel, vagy hibrid energiaforrással ellátott konténerek. A fejlesztésben a Magyar Honvédség Modernizációs Intézet is közreműködött annak érdekében, hogy a termékek mindenben megfeleljenek a honvédség elvárásainak.

A lakókonténerek alkalmazásának legjelentősebb előnyei:

- A modern haderőkben alapvető szempont a katona szolgálatképességének megőrzése, így a tartós építmények-konténerek nyújtotta jobb munka- és elhelyezési körülmények nemcsak kényelmi, hanem alapvető honvédelmi érdek is.
- A merevvázias építmények különböző éghajlati viszonyok között, szélesebb tartományban nyújtanak védelmet, nagyobb komfortérzetet és biztonságot, mint a sátrak, jobban ellenállnak a környezeti hatásoknak – csapadék, napsugárzás UV- (ultraviola) hatásainak és porvédettek. A sátrakkal szemben a konténerek teljes belmagassága kihasználható.
- A zárt konténerekben elhelyezett elektronikus berendezések, speciális anyagok, laborok, egészségügyi felszerelések – orvosi rendelő, tábori műtő – nagyobb biztonsággal helyezhetők el, mint egy sátorban. A Continest konténerekbe elektromos hálózatot építettek ki, így akár külső forrásról, akár a kínálatukban szereplő, napelemmel működtetett berendezésekkel, az éghajlati viszonyok szerint temperálhatók, illetve más elektromos berendezések is további hálózatépítés nélkül üzemeltethetők.
- A konténerek kialakítása a belső funkció szerint választható, vízszintes és függőleges értelemben is, bővíthetők összeépíthetők. Így elméletileg kisebb alapterületen, a konténerekből emeletet létrehozva, tágasabb élet- és munkatér biztosítható.
- A konténerek modulárisak, egymás mellé, fölé helyezhetők, összekapcsolhatók, összenyithatók rendszerben, vagy rendszerből kiépítve önállóan is elláthatják feladataikat.
- A missziók táborépítésénél ma már alapvető követelmény, hogy az építmények megfelelően védettek legyenek a robbanások, belövések ellen, sőt egyes esetekben magának az építménynek is, védműként kell funkcionálnia. [18] Konténerekből könnyebben alakíthatók ki erősítéssel rendelkező, fedezékek, táborbejárat, ellenőrző-áteresztő pont, őrhely, kerítés és egyéb akadályrendszer. Merev vázakra könnyebben telepíthetők passzív védelmi eszközök, például ballisztikai és repeszvédő modulok.
- A lakó- és irodakonténerekkel könnyebben teljesíthetők a nemzetközi és katonai szabványok, előírások. Tartósak, minimális karbantartásigényűek, az üzemben tartás és raktározás sem igényel speciális képességeket, javító háttérrel, eszközökkel. A Continest konténerek szabványos elemei csereszabatosak, ezzel is könnyítve a javítást.

**Egy startup innováció – összecsukható konténerrendszerek lehetőségei a haderőben**

A Continest Technologies Zrt. a civil piacon fesztiválrendezvényekhez biztosított iroda- és lakókonténereket, ilyen



7. ábra. 12 kamionnal összesen 50 db 10 lábás, 53 db napelemmel ellátott 10 lábás és 12 db 20 lábás összehajtható konténer is célba juttatható (Forrás: Continest Technologies Zrt.)

tapasztalatok után került a védelmi ipar besszállítói közé. A cég innovációjának alapkérdése hasonlóan egyszerű volt a konténerek „atyjának” tartott McLean-éhez. Nevezetesen, egy irodakonténer bérleti díja egy-egy rendezvényen, mintegy 70 000 Ft volt 2016-os áron, míg a helyszínre juttatás fuvar költsége 300 000 Ft-ba került. Az anomáliát a fuvardíjak emelkedésével és azzal magyarázhatjuk, hogy egy 15–20 lábás<sup>2</sup> konténerből 1, maximum 2 db fér el egy tehergépkocsira. Az áruszállításban költségmegtakarítást jelenthet, ha a fuvarokat úgy szervezik, hogy a visszafelé úton ne üresen mozogjanak a konténerek, de a merevváz-iroda- és lakókonténereknek mozgás közben nincs funkciójuk, így a szállítás alatt „üres” légköbméterrel foglalják le a szállító eszköz hasznos rakfelületét. A problémára a Continest Technologies Zrt. megoldása egy új összecukható konténer-technológia kifejlesztése volt.

Egy nyerges félpótkocsin a Continest cég CN 10-es összecukható konténerből 20 db összecukott egység fér el 5 db merevváz konténer helyén. A hosszabb, úgynevezett mega trélereken 24 összecukott egység fér el 8 merevváz konténer helyén. A nagyobb CN 20-as<sup>3</sup> gyártmányukból 2 db merevváz konténer helyén 10 összecukható egység szállítható.

Az összecukható konténerek szállítása, kalkulációk szerint mintegy 80% logisztikai költségmegtakarítást jelent. [8]

- A konténerek szállítását megkönnyíti, hogy külső méretei szabványosak, így közúti, vasúti, vízi, szállítása viszonylag egyszerű. A légi szállítás a hagyományos, merevváz konténerek esetén nem volt jellemző.
- Az összecukható konténerekből, kevesebb járművön több egységet szállítva, kevesebb a tüzelő- és üzemanyag-fogyasztással, és az egész járműparkra vonat-

koztatva kisebb kopással és amortizációval számolhatunk. (7. ábra)

- A kevesebb tüzelő- és üzemanyag-fogyasztás kisebb károsanyag-kibocsátást jelent, így csökkentve az ökológiai lábnyomot. [9]
- Az egyszerre több egységet is szállítani képes kevesebb jármű – mind tömegével, mind fizikai jelenlétével – kevésbé terheli az úthálózatot, így gyorsabban tud felvonulni a telepítési körzetekben.
- Egy tehergépjárművön több összecukható konténer szállítható, ezért a korábban konténerszállításra alkalmazott járművek egy részét más területeken alkalmazhatják.
- Kevesebb szállítójárműhöz kevesebb képzett tehergépkocsi vezetőre van szükség, kevesebb képzett szakember kell egy-egy feladat végrehajtásához. Ez a tény kedvezően hat a honvédség humán erőforrás-gazdálkodására is. [10]
- A merevváz konténerek a rámpával, tehertérajtóval rendelkező, nagy méretű, nehéz szállítórepülőgépek (I1-76, C-17 Globemaster III, C-5 Galaxy) teherterébe ugyan beférnek, de egy merevváz konténer alapterületén összehajtván, lényegesen több lakókonténer szállítható légi úton is. (1. táblázat)

A 2007 novemberében aláírt SAC (Strategic Airlift Capability) megállapodás óta Magyarország a NATO Stratégia Légiszállítási Képesség Szervezetének egyik alapító tagja. [11] A Pápa Bázisrepülőterre települt C-17 Globemaster III teherszállító repülőgépek merevváz konténer szállítására is rendelkeznek kapacitással, de ez a szállítási mód gazdaságtalan, illetve nem is mindig áll rendelkezésre.

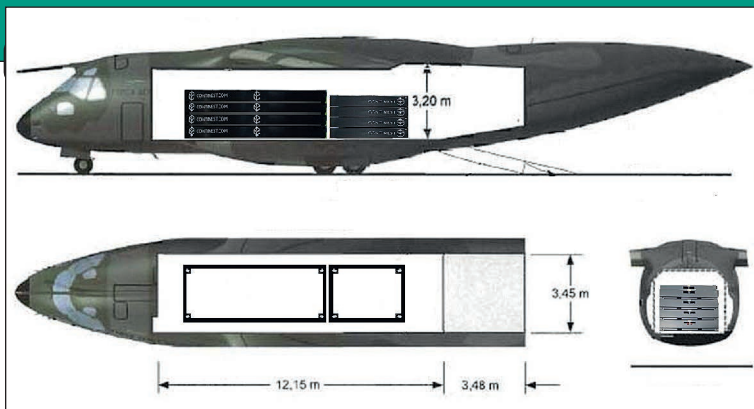
Érdeemes megvizsgálni a HHP keretében rendszeresítésre kerülő brazil Embraer KC-390-es közepes szállítórepülőgép terhelhetőségét a Continest konténerekkel. A nehéz szállítóknál kisebb tehertérrel rendelkező típusba fizikailag nem férnének be a szabvány méretű merevváz konténerek, a Continest típusaiból azonban 4 db CN 20-as, és négy CN 10-es is befér a brazil szállítógep teherterébe. 8 db konténer már elegendő lehet akár egy kisebb tábori kórház kialakítására is, (8. ábra) sőt, közel tucatnyi Continest konténer tömege is messze alul marad a táblázatban említett típusok maximális hasznos terhelhetőségétől. Meglepő lehet az Airbus A400-as szerepeltetése magyar vonatkozásban, de a közelmúltban felmerült annak lehetősége, hogy hazánk tagja lesz, a SAC-hoz hasonló, a német légerő által meghirdetett Nemzetközi Légi Szállítási Egység (MNAU – Multinational Air Transport Unit) programnak, amelyben a Luftwaffe Airbus A400-as szállító repülőgépeinek légiszállítási kapacitását osztaná meg a résztvevők között. [12] A katonai szállítógepek rakodásakor a tehertér magassága az egyik legkritikusabb pont, mert válszárnnyas

1. táblázat. A Continest Technologies Zrt. összehajtható konténereinek légi szállíthatósága különböző teherszállító repülőgépekkel (A szerző szerkesztése)

Típus	Embraer KC-390		Airbus A400M ATLAS	
Tehertér méretei	H.: 12 700 Sz.: 3450 M: 2950	Elméleti terhelhetőség 4 db CN 20 4×1650 [kg], és 4 db CN 10 4×850 [kg] összecukható	H.: 17 700 Sz.: 4000 M.: 3850	Elméleti terhelhetőség 12 db CN 20 2×6×1650 [kg], összecukható konténer összesen 19 800 [kg] tömeggel, vagy különböző Continest-típusok kombinációjával a méret és tömeghatáron belül.
Maximális hasznos teher	23 000 [kg]	konténer összesen 10 000 [kg] tömeggel.	37 000 [kg]	
Continest-konténerek mérete és tömege*	CN 10 típus: H.: 3000 Sz.: 2440 M.: 490 <sup>4</sup> t.: 850 [kg]		CN 20 típus: H. 6060 Sz. 2440 M. 540 <sup>4</sup> t.: 1650 [kg]	

\* H.: hosszúság (mm), Sz.: szélesség (mm), M.: magasság (mm), t.: tömeg





8. ábra. A KC-390-es közepes teherszállító repülőgép sematikus ábrája, a tehertérben elhelyezett 4 db CN 20 és 4 db CN 10-es összecukott konténerrel (Forrás: a szerző szerkesztése a [15] alapján)

elrendezés esetén a szárny-főtartó bekötésének szerkezeti elemei jelentős magasságot vesznek el a tehertérből.

Ahhoz, hogy a Continecst konténerei valóban „szárnyakat kapjanak”, több más adminisztratív és gyakorlati feltételnek (tehertérben történő rögzítés) kell megfelelniük. Az összecukott konténerek légi szállíthatóságának földi próbái a közeljövőben megkezdődnek.

További vizsgálat tárgyát képezheti a hagyományos utasszállító repülőgépekből kialakított, de nagyobb teherterajtóval ellátott típusok rakodási tesztje. Például a Luftwaffe Airbus A310 MRTT (Multi Role Tanker Transport) légi utántöltő és szállító repülőgépe, vagy az Airbus A330F, Boeing B747F típusok. Fontos a konténerek célba juttatásának közepes szállítóhelikopterrel, külső függesztményként történő vizsgálata.

## TELEPÍTÉS

A Continecst összecukható konténereinél a gyors, minél kevesebb gépi és kézi munkaerőt igénylő telepíthetőség ugyanolyan fontos szempont volt, mint az egyszerű szállíthatóság.

A telepítés lépései a következők:

- A szállító tehergépkocsi lehetőleg minél közelebb áll meg a telepítés helyszínéhez. (9. ábra)
- Az összecukható konténereket a jármű önrakodó darujával, vagy más emelőgéppel leemelik a rakfelületről.
- Az összecukható konténereket szintesítés után a pontosan kijelölt telepítési helyre emelik. (10. ábra)
- Egy konténer felállításához 2 fő szükséges (kézi emelővel, targoncával vagy daruval) – így tudják szétnyitni és felemelni a konténer összecukható falait. (11. ábra)
- A telepítéshez mindössze egy csavarhúzó és az elemek helyreigazítását segítő gumikalapács szükséges. A szabadalmaztatott csuklómechanizmusoknak kö-

9. ábra. A telepítés 1. fázisa. Egy kamion félpótkocsin egyszerre 20 db CN 10-es összehajtott lakókonténer szállítható (Forrás: Continecst Technologies Zrt.)



szönhetően a szétnyitott konténer nem tud összedőlni.

- Több konténer összeépítésével, összenyitásával rövid idő alatt komplett tábor építhető fel.
- Az elbontás folyamata – az építés folyamatait fordított sorrendben végrehajtva –, ugyanazzal az eszköz- és munkaerőigénnyel zajlik, mint a telepítés.
- Az építés és a bontás időigénye 1 db konténer esetében, alig több 5–10 percnél. (12. ábra)

Nem véletlen, hogy ezek a konténerek gazdaságos szállíthatóságukkal, kevés eszközigényű telepítés-bontási tulajdonságukkal, a használat alatti tartósságukkal és időjárás-állóságukkal felkeltették a haderők érdeklődését, ahol a tábori építményeknél szempont az élőerő és a technikaeszköz-igény minimalizálása, a gyors és egyszerű telepíthetőség. [13; 101–102. o.]

A Continecst cég több referenciát is fel tud mutatni: az elmúlt évtizedben a vállalat Európa legnagyobb zenei fesztiváljain (Europe run by Live Nation, Eventim, Sziget Fesztivál) nyújtott szolgáltatást összecukható konténereivel, de ott találhattuk a termékeiből épített lakó- és irodatereket a Szombathelyen megrendezett, 2018-as FINA Férfi Ifjúsági Vízilabda Világbajnokságon, és a szintén abban az évben rendezett kolozsvári Sport Fesztiválon is. Eddigi legnagyobb sikerük, hogy a 45. alpesis-világbajnokság fő beszállítója lettek. 2019-ben a svédországi Åre városában rendezett eseményre igen zord körülmények között kellett kiszolgált infrastruktúrát kiépíteniük. Ez kiváló lehetőséget jelentett a Continecst Technologies Zrt. innovatív, összecukható konténer technológia megbízhatóságának és sokféleségének



10. ábra. A telepítés 2. fázisa. A szállítójárműről az összecukott konténer emelőgéppel helyezik a telepítési helyére (Forrás: Continecst Technologies Zrt.)

11. ábra. A telepítés 3. fázisa. Egy konténer felállításához 2 fő kézi emelővel; targonca vagy daru szükséges (Forrás: Continecst Technologies Zrt.)







12. ábra. A konténer széthajtogatásának fázisai (Forrás: Continest Technologies Zrt.)

bemutatására. Kétszintes szolgáltatási objektumot kellett építeniük 122 db CN 10 tízlábás és CN 20 húslábás konténerekből. Ebben az építményben szállásolták el a verseny svájci, osztrák, olasz, német, amerikai, kanadai, francia, orosz kiszolgáló személyzetét, valamint itt helyezték el a háttérinfrastruktúra anyagait és eszközeit. A 122 db konténer mindössze 8 kamionnal érkezett a helyszínre, hagyományos merevfalú konténerek esetében ehhez 40 db tehergépkocsira lett volna szükség. Ennek köszönhetően az esemény „ökológia lábnyoma” elfogadható határokon belül maradt, amely további elismerést jelentett a környezetet, és annak védelmét fontosnak tartó skandináv közvélemény előtt.

A 122 db konténerből álló „tábor” a cég öt gyakorlott szakembere, mintegy 56 óra alatt felépítette, majd a rendezvény végén hasonló idő alatt elbontotta. Mindezt a már említett zord időjárási viszonyok között, sokszor –23 °C-os hidegben, metsző viharos szélben. [8; 3–9. o.]

Igaz, a Continest tapasztalatai eddig csak a civil szférából származnak, de azok a katonai táborépítés területén is felhasználhatók. (13. ábra)

„A szerző köszönetet mond Kirchkeszner Ágnesnek (Continest Zrt. kommunikációs igazgató) és Horváth Csabának (mk. őrnagy, projektmenedzser) a cikk megírásához nyújtott szakmai segítségükért.”

(Folytatjuk)



13. ábra. Az Åre városában megrendezett 45. alpesisí-világ-bajnokság összecsuksukható konténerekből felépített szervizközpontjának belső tere. A Continest Technologies Zrt. konténereinek felszereltsége meghaladja a Nemzetközi Sí Szövetség (FIS) alpesi szakágban előírt feltételeit; a helyiséget az elvárt szolgáltatások mellett egy speciálisan kifejlesztett légcserélő-rendszerrel, és egy új LED-világítási technikával látták el (Forrás: Continest Technologies Zrt.)

- [7] Nagy István, „A Fegyverzettechnikai műhelygépkocsik és korszerűsítésük módjai.” *Katonai Logisztika* 7. évf. 4. sz. (1999): 111–120. p.;
- [8] Continest, „Continest Space to Go.” brossúra 2019, <https://www.continest.com/>;
- [9] Ábrahám Aranka, „A logisztika és környezetvédelem kapcsolata kiképzési rendezvények tervezése és végrehajtása során.” *Katonai Logisztika* 24. évf. Különszám. (2016): 13–33. p.;
- [10] Jobbágy Zoltán, Krizbai János, „Humánpolitikai kihívások NATO-tagságunk múltja és a honvédség jövője szemszögéből 2. rész.” *Hadtudomány* 30, 1. sz. (2020): 84–101. p.;
- [11] Baranyai László, „Big Mac” C–17 Pápán.” *Haditechnika* 42., 1. sz. (2008): 59–60. p.;
- [12] A 400-asok magyar szolgálatban? *IHO*, 2020.9.20. [https://iho.hu/hirek/a400-asok-magyar-szolgalatban/](https://iho.hu/hirek/a400-asok-magyar-szolgalatban;);
- [13] Erdődi Zsolt Béla, „A tábori elhelyezési eszközrendszer modernizálásának lehetőségei.” *Honvédségi Szemle*, 145., 3. sz. (2017): 98–118. p.;
- [14] Forrás: <https://www.thinkdefence.co.uk/2014/11/military-pallets-boxes-containers-part-3-containers/> (Letöltés: 2021.8.23.);
- [15] Forrás: <https://www.globalsecurity.org/jhtml/jframe.html#https://www.globalsecurity.org/military/world/brazil/images/kc-390-image67.jpg||Embraer%20KC-390%20Military%20Transport> (Letöltés: 2021.8.23.);

## HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Marc Levinson, „The Box: How the Shipping Container Made the World Smaller and the World Economy Bigger. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 2006.;
- [2] Defense Systems Management College, „The History and Significance of Military Packaging.” pdf. 2–25. p. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.970.8574&rep=rep1&type=pdf> (Letöltés: 2020.12.14.);
- [3] Jancsek Tibor, „A Magyar Honvédség logisztikai eszközrendszere egyes elmeinek továbbfejlesztéséről.” *Katonai Logisztika* 3. évf. 2. sz. (1995): 3–8. p.;
- [4] „Konténer építészeti.” brossúra. BB Industry, 2016. 6. p.;
- [5] ContainerPad, “The Fascinating History of Container Homes, Cargotecture Roots.” <https://containerpad.com/history-cargotecture/> (Letöltés: 2020.12.4.);
- [6] Tóth Zoltán, „Generációváltás a haditechnikai biztosításban III. rész.” *Haditechnika* 45, 2. sz. (2010): 59–62 pp.;

## JEGYZETEK

- 1 roll on – roll off (gurulj rá – gurulj ki) olyan kombinált vízi szállítási módot jelent, ahol a közúti tehergépjárművek a szállított áru lerakása nélkül gurulnak fel a speciális építésű Ro-Ro hajóra, azon jutnak a célállomás közelébe, ahol legurulva saját kerekeiken juttatják el az árut a rendeltetési helyére. Ehhez hasonló a Ro-La (Rollende Landstraße – gördülő országút), ahol a kamionok vasúti szerelvényeken teszik meg az út nagy részét, majd az áru átrakása nélkül, saját kerekeiken gurulnak a célállomásukhoz.
- 2 Nemzetközi szabványokban (ISO) a konténerek méreteit lábban adják meg. Az említett 15 lábás konténer métrikus méretei hosszúság: 4550 [mm], szélesség, 2200 [mm], magasság 2260 [mm]. 20 lábás metrikus hosszúság: 6058 [mm], szélesség, 2438 [mm], magasság 2591 [mm]. (<https://www.kontener.hu/kontener-kisokos/kontener-meretek>)
- 3 A Continest gyártmányainak típusjelzésében a számok a konténerek lábban megadott nemzetközi szabványaira utalnak. Tehát a CN 10 a 10 lábás méretre utal.
- 4 Az M. magasság a CN 10 és CN 20 konténer összecsuksukott állapotában értendő.

# A terepi járműmozgást befolyásoló tényezők **II. rész**

## A talaj mechanikai tulajdonsága és vizsgálata

A terepen mozgó járművek jellemzően kerek futóművel, lánctalpas járszerkezettel vagy ezek kombinációjával rendelkeznek. A terepi járműmozgást számos tényező befolyásolja, amelyeket 3 csoportba foglalhatunk össze. (1) járműparaméterek, (2) terep- és talajparaméterek, valamint a jármű mozgását befolyásoló (3) emberi tényezők. A cikksorozat második része bemutatja a talaj mechanikai tulajdonságait és vizsgálatát.

### A JÁRMŰVEK MOZGÁSA SORÁN KIALAKULÓ TALAJ-IGÉNYBEVÉTELEK

A terepjáró járművek mozgásuk közben kétfajta igénybevételt okoznak a talajnak:

- *nyírási jellegű igénybevétel:* a hajtott kerek kerületi ereje okozta terhelés, amely a vonóerő kifejtéséhez szükséges (kerékcsúszás);
- *normál jellegű igénybevétel:* a jármű súlyerejéből létrejövő terhelés (talajbenyomódás).

Ebből a felismerésből adódóan a terepjáráselemeléssel kapcsolatos talajmechanika kétféle paramétert vizsgál. A normál jellegű igénybevételhez kapcsolódóan a talaj teherbíró képességét, a nyírási igénybevételhez tartozóan pedig a talaj nyírószilárdságát.

### A TALAJ NYÍRÓSZILÁRDSÁGÁT BEFOLYÁSOLÓ FONTOSABB TULAJDONSÁGOK

A talaj nyírószilárdsága alatt a talaj által, az abban működő nyírófeszültségekkel szemben kifejtett ellenállás legnagyobb értékét értjük. Kritikus állapotnak azt a feszültségállapotot nevezzük, amikor a talaj folyamatos nyírási alakváltozást szenved. A terepen mozgó járművek haladása jellemzően a kritikus állapotban történik (deformálódó kerék, deformálódó pálya modell). A talajok két nagy csoportba sorolhatók az alapján, hogy nyírófeszültség hatására hogyan viselkednek. Megkülönböztethetünk kohézióval rendelkező és kohézióval nem rendelkező talajokat. A maximális nyírószilárdság értékét leginkább a nedvességtartalom és a talaj textúrája befolyásolja, de a legtöbb talajfizikai jellemző hatással van rá.

### A KERÉKABRONCSOK TALAJTÖMÖRÍTŐ HATÁSA

Az abroncsok talpfelületén keletkező nyomások által keltett talajnyomás fő következménye a talaj (döntő mértékben) függőleges deformálása, tömörödése.

A talajnak, mint háromfázisú (szilárd – folyékony – légnemű) rendszernek tömörödése lényegében abból áll, hogy a légnemű fázis bizonyos része kiszorul a talajszemcsék közötti pórusokból azok összenyomódása következtében. A talaj tömörségét a talaj sűrűségével (térfogattömegével), vagy pórusvolumenének százalékos értékével szokás jellemezni.

Az abroncsok által okozott talajtömörítő hatás nagysága több tényező függvénye. Először is függ a tömörítendő talaj eredeti sűrűségétől, illetve fellazultsági fokától, vagy pórusvolumenétől. Minél lazább egy talaj, annál nagyobb tömörítést okoz ugyanakkora talpnyomás.

A talaj tömörítési érzékenysége ezenkívül függ a talaj szerkezeti összetételétől is. Általában minél nagyobb a talaj agyagtartalma, annál érzékenyebben reagál a talajnyomásra. A nedvességtartalom növekedésével szintén növekszik a talaj nyomásérzékenysége. A talajok nyomás alatti tömörödésének további érdekes jellemzője, hogy a tömörítés nagysága (és ezzel együtt a tömörítő hatás mélysége is) függ a terhelés időtartamától, (tehát a haladási sebességtől), valamint az ismétlődő terhelések összeadódhatnak.

Az ugyanazon nyomban történő ismételt haladás egyre nagyobb tömörítést eredményez, s a tömörített zóna egyre mélyebb talajrétegekbe hatol. Tulajdonképpen a kerékabroncsok által keltett, az évek során, többszörösen ismétlődő talajnyomások okozták és okozzák még ma is, a megművelt talajréteg alsó határa alatt keletkezett 10-15 cm vastagságú s az átlagosnál lényegesen tömörödöttebb talajréteget, amelyet a szakzsargon keréktalp-kéregnek nevez, hasonlóan a mindig azonos mélységű szántásnál kialakuló „eketalp-betegséghez”. Ugyancsak jelentős hatása van a talaj tömörítésére a kerékabroncs által keltett kerületi erőnek is. A keréktalp érintkező felületén és a bordákon fellépő kerületi erő egyrészt fokozza a talaj nyomásigénybevételét, másrészt a közben fellépő abroncs- és talajréteg-csúszás fokozza a felső talajréteg tömörítését, és ezzel együtt a réteg szerkezetének rombolását.

### A TALAJ TEHERBÍRÓ KÉPESSÉGE

A talaj egyik legfontosabb mechanikai jellemzője a függőleges teherbíró képesség, amely az ellenállás változását írja le a függőleges deformáció függvényében. A gumiabroncs-talaj kapcsolat kölcsönös befolyást jelent, a gumiabroncs hatást gyakorol a talajra, és viszont: a hatás-ellenhatás klasszikus szabályával állunk szemben. A függőleges terhelés deformálja a talajt, miközben a gumiabroncs

\* Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Műszaki Intézet, Járműtechnika Tanszék. Egyetemi tanár, tanszékvezető. ORCID: 0000-0002-5265-8133

\*\* Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Műszaki Intézet, MSc hallgató. ORCID: 0000-0002-7003-1289

\*\*\* Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Műszaki Intézet, MSc hallgató. ORCID: 0000-0003-4897-9601

is benyomódik. A kutatók – a mezőgazdasági termelésre káros talajtaposás, valamint a terepjárás szempontjából fontos talaj-hordképesség miatt – elsősorban a talajra ható nyomás-besüllyedés kapcsolatára és a talajban létrejövő feszültségeloszlásra koncentráltak. A talajnyomás problematikáját többen, többféleképpen közelítették meg.

A talajnyomást a kerék és a talaj közötti kapcsolódási terület normál feszültségeinek eloszlása határozza meg, és ezek a feszültségek okozzák a talaj tömörödését. A talajtömörödés a terepen történő mozgás mellékhatása, a besüllyedés és a mozgási ellenállás kiszámításánál érdekes, de a környezetvédelmi szempontok sem mellékesek.

A kerekek gördülési ellenállásával kapcsolatos kutatások a XVIII. században Coulomb, majd a XIX. században Morin [14] nevéhez kötődnek. Az 1900-as évek elején Gerstner, majd Bernstein [6] a talaj teherviselési és a kerekek gördülési ellenállásának kapcsolatát vizsgálta és képlettel megadta a talajnyomás és besüllyedés alapegységét. Gerstner linearitást tételezett fel a talajbenyomódáskor keletkező feszültség és a benyomódás között, Bernstein [6] elsőként exponenciális összefüggést feltételezett, majd a nehézkes alkalmazás miatt gyökös összefüggést javasolt. Ezt a formulát Gorjacskin [9] fejlesztette tovább. Szaakjan, [22] figyelembe véve a nyomófej átmérőjét, módosította az összefüggést.

Az 1950-es években Bekker [5] az USA-ban megalapította a Land Locomotion Laboratóriumot, ahol rendszerezett kutatómunka kezdődött a kerék–talaj kapcsolatában kialakuló mechanikai folyamatok tisztázása érdekében. Bekker [5] az építészetben – kis besüllyedések és nagy nyomásosság esetére, a klasszikus talajmechanika által – alkalmazott Taylor-féle [23] tapasztalati képletet összekapcsolta a Bernstein–Gorjacskin [9] összefüggéssel. Később Wills [26] és Reece [19] ajánlott egy jobban használható összefüggést a nyomás–besüllyedés kapcsolatára nyomólapos vizsgálatok eredményeként. Az említettekén kívül több kutató is foglalkozott a talajnyomás és a besüllyedés kapcsolatával, Kacigin [12] tangens-hiperbolikus függvénnyel közelítette a talajnyomást, Hegedűs [10] a dimenzióanalízis módszerét választotta. Rendszerezve a fentebb említett képleteket:

GERSTNER-képlet:

$$p = k \cdot z \quad (1)$$

BERNSTEIN-képlet:

$$p = k \cdot (1 - e^{-n \cdot z}) \quad (2)$$

$$p = k \cdot \sqrt{z} \quad (3)$$

GORJACSKIN-képlet:

$$p = k \cdot z^n \quad (4)$$

SZAAKJAN-képlet:

$$p = k \cdot \left(\frac{z}{D}\right)^n \quad (5)$$

BEKKER-képlet:

$$p = \left[\frac{k_c}{b} + k_\varphi\right] \cdot z^n \quad (6)$$

WILLS- (Reece) képlet:

$$p = \left[c \cdot k_c^* + \rho \cdot g \cdot \frac{b}{2} \cdot k_\varphi^*\right] \cdot \left(\frac{z}{b}\right)^n \quad (7)$$

KACIGIN-képlet:

$$p = p_0 \cdot \tanh \frac{k}{\rho_0} \cdot z \quad (8)$$

ahol:  $p$  – a talajnyomás [Pa],

$p_0$  – a talaj teherbíró képességének határértéke [Pa],  
 $z$  – a talajbesüllyedés mélysége [m],  
 $k$  – a talaj alakváltozási tényezője [N/m<sup>3</sup>],  
 $k_c$  – a talajtömörítés kohéziós tényezője [N/m<sup>n+1</sup>],  
 $k_\varphi$  – a talajtömörödés súrlódási tényezője [N/m<sup>n+2</sup>],  
 $b$  – a felfekvő felület szélessége [m],  
 $n$  – a talajtól függő konstans,  
 $c$  – a kohézió [Pa],  
 $\rho$  – a talaj sűrűsége [kg/m<sup>3</sup>],  
 $k_c^*$  és  $k_\varphi^*$  – a talajtömörödésre jellemző dimenzió nélküli számok.

A Bernstein-, Gorjacskin- és Kacigin-képletekben  $k$ ,  $z$  és  $n$  a felülettől és a talajtól függő, dimenzió nélküli konstansok, a Szaakjan-képletben  $k$  dimenziója [N/m<sup>2</sup>].

Mind a  $k_c$  és  $k_\varphi$  értéke nyomókísérletekkel határozható meg, ahol a kísérleteket különböző szélességű próbatesttel kell elvégezni. A különböző alakú (kör, négyszög) nyomófejekkel végzett nyomókísérletek eredménye igazolta, hogy a nyomófej alakja is észrevehetően befolyásolja a besüllyedést. Az összefüggések közül a Szaakjan- [22] formula a legáltalánosabb érvényű, ezért a továbbiakban elsősorban ez a képletet alkalmazzuk a talajnyomás-besüllyedés kapcsolatának vizsgálatokor.

A talajnyomás általánosítására kidolgozott képletek lehetővé tették a menetellenállás pontosabb meghatározását. A kerék felfekvő felületére ható  $Q$  terhelés – egyenletes nyomáseloszlást feltételezve – megadható mint a felület és talajnyomás szorzata. Tehát:

$$Q = A \cdot p \quad (9)$$

ahol:  $Q$  – a kerék felfekvő felületére ható erő [N],

$A$  – a kerék felfekvő felülete [m<sup>2</sup>].

Helyettesítve a Bekker-féle talajnyomás értéket [1]:

$$Q = A \cdot \left[\frac{k_c}{b} + k_\varphi\right] \cdot z^n \quad (10)$$

képletet kapjuk.

A talaj tömörítéséhez szükséges munka meghatározható a tömörítő erő és az erő irányába eső deformáció szorzataként. A felületegységre vonatkoztatott tömörítési munka tehát:

$$W = \int_0^{z_0} p \cdot dz \quad (11)$$

Feltételezve, hogy a talaj a kerék gördülésekor csak függőlegesen lefelé nyomódik,  $A$  felfekvési felület és  $z_0$  maximális besüllyedés mellett a talajdeformáció legyőzéséhez szükséges munka:

$$W = A \cdot \int_0^{z_0} p \cdot dz = A \cdot \int_0^{z_0} \left[\frac{k_c}{b} + k_\varphi\right] \cdot z_0^n \cdot dz \quad (12)$$

A fenti összefüggést Bekker vezette le először lánctalpas járószerkezetekre [5]. Az egyenlet csak kismértékű szlipnél érvényes, mivel akkor még nem ismerték a csúszás-besüllyedés függvénykapcsolatát. A szlip-gördülési ellenállást befolyásoló hatását később Onafeko [17] és Kim [25] vizsgálta.

A terepjárás, a mezőgépesítés és az építészet számára a talaj is szerkezeti anyag – mint pl. a fémek az anyagtechnológia számára –, de ugyanakkor a talaj tulajdonságai, jellemző mechanikai sajátosságai kevésbé ismertek. A mezőgazdaság – érthetően – elsőként a talajtani paramétereket alakította ki, a műszaki feladatok megoldásához azonban nélkülözhetetlenek a talajmechanikai paraméterek ismerete is.

A talaj kiterjedését jelenteve végtelen féltérnek tekinthető. A rugalmas féltér terhelési viszonyait jórészt a múlt század



végén kidolgozták és a megoldások sok esetben a talajra is érvényesek.

### TALAJMECHANIKAI PARAMÉTEREK VIZSGÁLATA

A talajjellemzőket vizsgálatokkal határozzák meg. Az építészetben alkalmazott módszereket vette át a terepjáráselmélet is. A terepen mozgó járművek által keltett – a talajban ébredő – terhelések azonban eltérőek az építészeti létesítmények által létrehozott terhelésektől. A terepjárásnál a terhelés eléri és túllépi a törési határokat és a bekövetkező alakváltozás nagymértékű és gyors lefolyású. Ebből adódóan a terepjárási területén lezajló folyamatokat a „kritikus állapotú talajmechanika körébe” tartozónak tekintjük. A talajmechanikai paraméterrendszeren belül a talaj hordképességének vizsgálata a gumiabroncs-talaj kapcsolat egyik lényeges eleme. A hordképesség meghatározására a terepjáráselméletben különböző technikai eljárások terjedtek el, amelyek alapján 2 fő csoportot alkothatunk:

1. a nyomólapos (Bevameter) mérések, és
2. a kúpos penetrométer alkalmazása.

### NYOMÓLAPOS (BEVAMETER) MÉRÉSEK

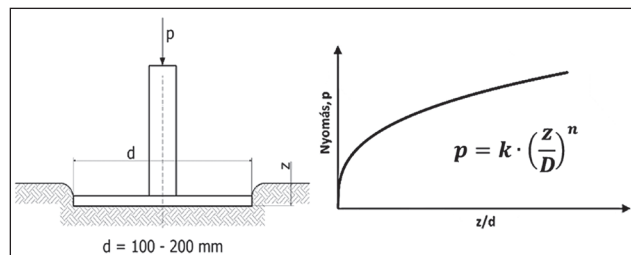
Ennek a mérés technikának az úttörője Bekker [5]. A mérés azon alapszik, hogy a talajparamétereket legjobb terhelés alatt meghatározni ahhoz hasonlóan, mint ahogy a gumiabroncs terheli a talajt. A vizsgálat során egy meghatározott átmérőjű tárcsát nyomnak a talajba, és rögzítik a nyomás-besüllyedés kapcsolatát. A nyomófej alatti talajdeformáció jelentős részét, a homoktalajok kivételével, a tömörítés teszi ki. Tömörítéskor a talaj térfogata, s ezzel pórushányada is csökken. A teherbírás elsősorban a talaj típusától, nedvességtartalmától és a talaj térfogatsúlyától (lazításától) függ. A talaj tömörítése a terhelés sebességétől is függ, minél lassabb az összenyomás, annál nagyobb mérvű a tömörítés. Ez a jelenség a talajok viszko-elasztikus tulajdonságaival magyarázható. A nyomófej alkalmazása megfelelően pontos eredményeket szolgáltat, hátránya azonban a nagy erőszükséglet. Ezért jobbára csak járműre szerelve alkalmazható, kézi műszerként nem.

A bevaméteres méréskor 100–200 mm átmérőjű nyomófejet nyomnak a talajba (8. ábra). A talajnyomást a Szaakjan [22] összefüggés alapján dolgozzák fel.

$$p = k \cdot \left(\frac{z}{D}\right)^n \quad (13)$$

ahol:  $p$  – a talajnyomás [Pa],  
 $z$  – a talajbesüllyedés mélysége [m],  
 $k$  – a talaj alakváltozási tényezője [N/m<sup>2</sup>],  
 $D$  – a nyomófej átmérője [m],  
 $n$  – a talajtól függő konstans.

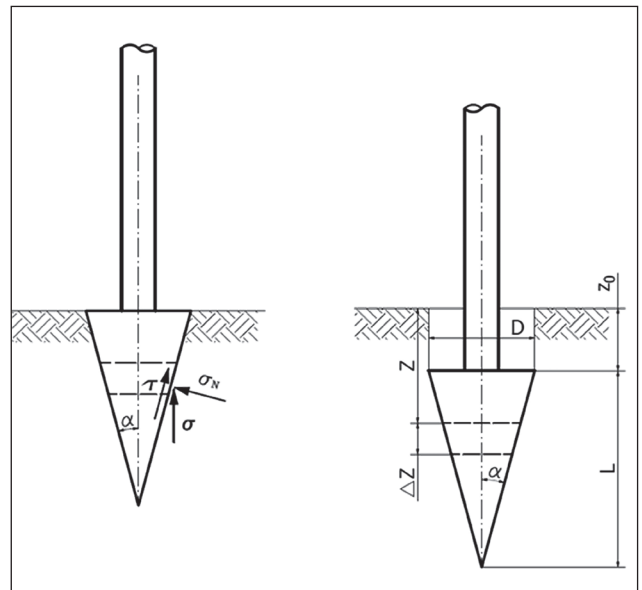
8. ábra. Bevaméteres mérés, és a talajnyomás-besüllyedés diagram (A szerzők szerkesztése)



A talaj pórushányada, illetve térfogatsúlya döntően befolyásolja a teherbíró képességet. A frissen lazított talaj teherbírása kicsi, ezért nagy függőleges deformációk jönnek létre. A nagy méretű nyomófejekkel megbízható teherbírási adatok nyerhetők, hátrányuk azonban a nagy nyomóerőszükséglet, amelyet gépi erővel érnek el. A gyors és egyszerű mérés technika iránti igény alakította ki a kúpos penetrométeres méréseket.

### KÚPOS PENETROMÉTER ALKALMAZÁSA

A kúpos penetrométer kis keresztmetszetével kézzel is talajba nyomható. A gyakorlatban a sokkal egyszerűbben kezelhető kúpos penetrométer (9. ábra) használata terjedt el. A kúp nyílásszöge jellemzően 30°, keresztmetszete 1-2 cm<sup>2</sup>.

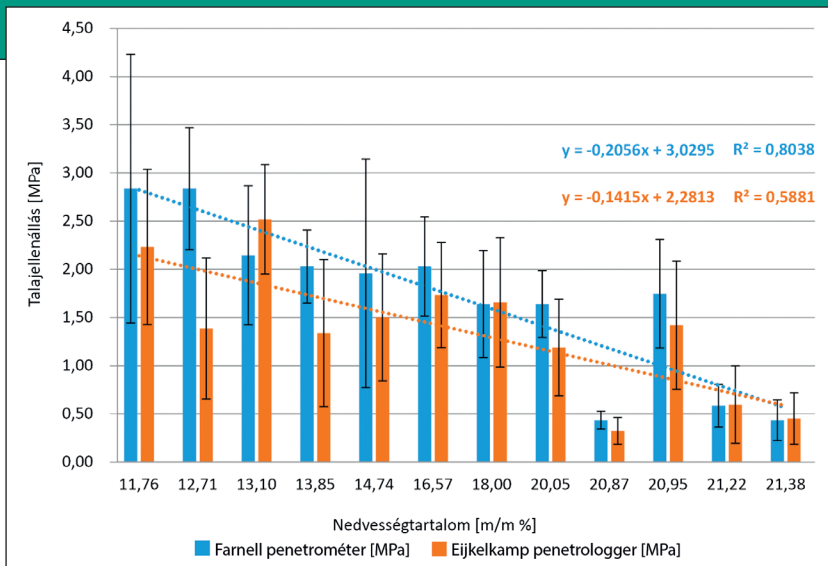


9. ábra. Kúpos penetrométer, és az eszközre ható erők (A szerzők szerkesztése)

A kis felületen történő mérés azonban óhatatlanul sokkal érzékenyebb a talajban lévő inhomogenitásokra, és ezt a hibát a mérések számának növelésével kompenzálják. Az Egyesült Államokban Nuthall [16] a talajok teherbíró képességét kúpos penetrométerrel határozta meg. Az általa kidolgozott módszer segítségével sikerült a mért és számítással módosított járműmozgékonyással kapcsolatos talajadatokat a CI (Cone Index – kúposindex) értékekkel összehangolni. Freitag [8] a gyakorlat számára is jól alkalmazható egyenletei és a mérőberendezés könnyű kezelhetősége miatt ez az eljárás szántóföldi méréseknél is széles körben elterjedt. A kúposindex-méréssel, a számítások pontosításával Rohani és Balladi [20] Jánosi [11], Wismer [27] és Turnage [24] is foglalkozott. Reece és Peca [18] a kúposindex értéket használta fel átglyúrt, súrlódás nélküli agyagtalajok nyírófeszültségének meghatározására.

Hazánkban Komádi [13] és Sitkei [21] foglalták össze a gyakorlat számára is használható egyenletekké a kúposindex-mérések különböző eljárásait és a talajvizsgálatok elméletét.

A penetrométer kúpja által létrehozott talajdeformáció összetett, amelyen súrlódási erők is fellépnek. A súrlódási tényező nedvességtartalom-függő, ezért a nyomóerő és a keresztmetszet hányadosa (CI) mint kúpos index nem jellemzi a teherbírást egyértelműen. A kúpos index a behato-



10. ábra. Az átlagos talajnedvességtartalom-értékek a mérési pontokon, és a környezetükben mért talajellenállásértékek átlagának kapcsolata a két eszköz esetében (A szerzők szerkesztése a [7] alapján)

láshoz szükséges erő és a penetrométer-fej keresztmetszetének viszonya, amely a *k* teherbírási tényezővel meghatározott viszonyban áll. A behatoláshoz szükséges erő a talajdeformáció és a súrlódási erők függőleges komponenseiből adódik.

A penetrométeres mérések szakirodalmában talált eredmények alapján kimutatható, hogy a talajnedvesség és a talajellenállás között negatív korreláció figyelhető meg. Ez esetben a talaj nedvességtartalmának növekedésével a talaj mechanikai ellenállása csökken. [15] Ezt szemlélteti a 10. ábra. Az így módon felvázolható trendtől jelentős eltérések is tapasztalhatók, amelyeket a talaj szerkezetének inhomogenitása is okozhat. A diagramon feltüntetett eredmények kétféle penetrométer alkalmazásával kerültek meghatározásra. Mindkét készülékkel történt vizsgálat során kimutatható volt, hogy a talaj nedvességtartalmának növekedésével a talaj teherbíró képessége csökken. Az egyik készülék egy Farnell A2451 katonai felhasználásra tervezett penetrométer, amely analóg kijelzésű és rugós erőmérő egységgel ellátott. A másik egy Eijkelkamp penetrolgger, amely digitális kijelzésű, erőmérő cellával rendelkező mérőeszköz. A műszer mélység szerinti felbontása 1 cm, erő szerinti felbontása 1 N, mérőúdjának hosszúsága pedig 81 cm. A két mérőeszközzel kapott eredmények közötti szórást a talaj inhomogenitása okozza.

(Folytatjuk)

HIVATKOZOTT IRODALOM

[5] Bekker, Mieczysław G. *Theory of land locomotion - The mechanics of vehicle mobility*. Ann Arbor: The University of Michigan Press, 1956.;  
 [6] Bernstein R. „Probleme zur experimentiellen Motorflugmechanik,” *Der Motorwagen*, 1913;  
 [7] Böröczky A., Kiss B., Kiss P., és Deákvári J. „A talajok mechanikai ellenállásának és nedvességtartalmának vizsgálata,” *Mezőgazdasági Technika*, (2021 április): 2–4.;  
 [8] Freitag D. R. *A dimensional analysis of the performance of pneumatic tyres of soft soils* Vicksburg: US-Army Engineer Waterways Experiment Station, 1965;  
 [9] Gorjacskij, *Teurija i proizvodstvo szelszkohozajszvennih mashin*, Moszkva: 1936;  
 [10] Hegedűs E. „Plate sinkage study by means of dimensional analysis,” *Journal of Terramechanics* 2, 1965;

[11] Jánosi Z., Hanamoto B. „The analytical determination of drawbar pull as a function of slip for tracked vehicles is deformable soil.” *Mechanics of Soil-Vehicle System*, Torino-Saint Vincent: 1961;  
 [12] Kacigin V. *Voproszi szelszkohozajsztvennoj mehaniki*, (1964);  
 [13] Kománde Gy. „An evaluation of the concept of rolling resistance.” *Journal of Terramechanics* 36, (1999): 159–166.;  
 [14] Morin, M. A. *Memoir sur le tirage des voitures le Paris: Comptes rendus de l’Academia des Sciences*, 1840.;  
 [15] Naderi-Boldaji, M. et al., „Improvement and field testing of a combined horizontal penetrometer for on-the-go

measurement of soil water content and mechanical resistance.” *Soil and Tillage Research* Vol. 123 (2012): 1–10.;

[16] Nuthall, C. J., Rula, A. A. *An analysis of ground mobility models.*, Technical Report M-71-4. Vicksburg: US Army Engineer Waterways Experiment Station.;  
 [17] Onafeko, O. 1969. „Analysis of the rolling resistance losses operating on deformable terrain.” *Journal of Agriculture Engineering*. (1969): 176–182.;  
 [18] Reece, A. R., Peca, J. O. „An assesment of the value of the cone penetrometer in mobility prediction.” *7th Int. Conf. ISTVS*. Calgary: 1981.;  
 [19] Reece, R. „Theory and practice of off-the-road locomotion.” *The Annual Conference*, London: 1964.;  
 [20] Rohani, B., Balladi G. Y. „Correlation of mobility cone index with fundamental engineering properties of soil.” *7th Int. Conf. ISTVS*. Calgary: 1981.;  
 [21] Sitkei, Gy. *A mezőgazdasági gépek talajmechanikai problémái*. Budapest: Akadémiai Kiadó, 1967.;  
 [22] Szaakjan, Sz. *O zakonomernosztyi szoprotivljenija pocsvi bdavlibaniju* 3. *Szbornyik trudov po zeml.* 1965.;  
 [23] Taylor, D. E. *Fundamentals of soil mechanics*. New York: John Wiley and Sone. 1948.;  
 [24] Turnage, G. W. „Prediction of in-sand tyre and wheeled vehicle drawbar performance.” *7th Int. Conf. ISTVS*. Cambridge: 1984.;  
 [25] Kim, U. K., Shin, B. S. „Modelling motion resistance of rigid wheels.” *Journal of Terramechanics* 22, no. 4 (1985): 225–236.;  
 [26] Wills, B. M. D. „The load sinkage equation in theory and practice.” *2nd Int. Conf. ISTVS*. Quebec: 1966.;  
 [27] Wismer, R. D., Luth, H. J. „Off-road traction for wheeled vehicles.” *Journal of Terramechanics* 10, (1973).

JEGYZETEK

1 A terepen történő mozgás egyik veszteségkomponense a szlip. A szlipet a kerék-talaj kapcsolatban fellépő vízszintes erő (kerületi erő, tolóerő) hozza létre. Nagysága arányos az erő nagyságával. Legnagyobb arányban az érintkezési felület mentén jön létre az elcsúszás. Itt van a legnagyobb mértékű haladási irányral párhuzamos elmozdulás. Ugyanilyen irányú, de kisebb mértékű elcsúszás jön létre a talajban is, és csekély mértékű, ún. alakváltozási szlip jön létre a gumiabroncsban is.

Dóczi István\* – Szilák Zsolt\*\*

# Új képességet kapott a Magyar Honvédség

## Tábori minősített híradó-informatikai alhálózat

### AZ INFORMÁCIÓS FÖLÉNY JELENTŐSÉGE

Napjaink katonai műveleteiben – a célok elérése érdekében – a szembenálló felek minden támadó és védelmi eszköz, valamint módszert felhasználnak az információs képességeik kihasználására, és a másik fél lehetőségeinek csökkentésére. A saját információs képességek erősítésének és az ellenség információs lehetőségei gyengítésének képessége a katonai műveletekben egy új típusú fölénytényezőben, az információs fölényben nyilvánul meg. [1]

A fenti információs fölény megalapozását és megerősítését szem előtt tartva a Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretében 2019. májusban új képességet kapott a Magyar Honvédség a *tábori híradó-informatikai alhálózat-készletek* átadásával. A projekt hadműveleti követelményrendszerét a Magyar Honvédség Parancsnoksága (MHP) Infokommunikációs, és Információvédelmi Csoportfőnökség dolgozta ki, majd a HM ArmCom Zrt. [3] szakemberei és beszállító partnerei az MH 43. Nagysándor József Híradó és Vezetéstámogató Ezred mérnök tisztí állományával együttműködve, a többször módosított és pontosított rendszertechnikai terv alapján a MHP Infokommunikációs és Információvédelmi Csoportfőnökség szakmai felügyeletével a projekt első fázisában végrehajtotta a rendszerlemek részletes specifikálását, tervezését és megrendelését. A következő szakaszban az eszközök összeépítése, konfigurálása, tesztelése és átadása történt több ütemben. Az utolsó eszközkészlet pedig 2019. szeptemberében hagyta el a HM ArmCom Zrt. telephelyét.

### ELŐZMÉNYEK

A katonai területen alkalmazott technológiák viszonya a kor technikai fejlettségi szintjéhez egymásnak ellentmondó követelmények mentén alakul. Miközben a legújabb fejlesztések mindig katonai vonalon születnek, az alkalmazott haditechnikai eszközök megbízhatósági szintje éppen a jól bevált és kipróbált, és nem feltétlenül a legújabb megoldásokat részesíti előnyben.

A témában a XX. század az elektronika és rádiózás elterjedéséről és katonai alkalmazásáról szólt, a XXI. század azonban már a felgyorsult információs társadalom kora. Nemzetbiztonsági környezetben ez a magasabb szint azt okozza, hogy a különböző küldetésekkel járó kihívások nemcsak komplikáltabbak, hanem komplexebbek is lettek. A XX. századtól eltérően már máshogyan kell tervezni, felkészülni és kivitelezni a küldetéseket, az információk ismeretében pedig minél gyorsabban kell meghozni a megfelelő döntést. Míg korábban a biztonságos és megbízható beszéd- és távírókapcsolat megteremtése volt az elsődleges cél, mára ez kibővült nagy sebességű adat- és videóátvitellel, magas fokú integráltsággal. Korábban a keskeny sávzélesség még nyílt üzemmódban is egyfajta védelmet adott a zavarások és a lehallgatás ellen, a Gbit/s-os adatátviteli sebességek mellett azonban ez a védettség már nem jelentkezik. Az egyre olcsóbb informatikai eszközök használata a civil életben is megsokszorozta a társadalom hatékonyságát, az egyre komplexebb berendezések azonban – katonai alkalmazás esetén – jóval nagyobb figyelmet követelnek a megbízhatóság, a zavarvédettség és a támadhatóság terén. A kiberbiztonság tehát előtérbe került. [4]

Ma már az általánosan alkalmazott katonai vezetésirányítási rendszer (Command & Control – C2) egyre több országban és NATO-szinten is átalakul egy jóval magasabb fokon integrált rendszerré, amely már a C4ISR – Command, Control, Communications, Computers & Intelligence, Surveillance, Reconnaissance (vezetésirányítás, kommunikáció, informatika, hírszerzés, megfigyelés, felderítés) rövidítést kapta. Itt már nem egyszerű rejtjelező eszközökkel kiegészített és TRANSEC – Transmission security (átviteli biztonság) / COMSEC – Communications security (kommunikációs biztonság) technikákkal támogatott híradó eszközökről van szó, hanem olyan összevont rendszerekről, amelyekhez a légvédelem, a felderítés, az elektronikai harc, a műholdak, valamint a légi és szárazföldi roboteszközök is csatlakoznak.

A rendszer fejlődése természetesen folyamatos, napjainkban már C5ISR (Command, Control, Computers,

**ÖSSZEFOGLALÁS:** A szerzők közleményükben beszámolnak a Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretében megvalósított tábori híradó-informatikai alhálózat-készletek fejlesztéséről és konfigurációjáról. A katonai vezetésirányítási rendszerek rövid áttekintése segít felmérni az új képesség jelentőségét és megkönnyíti az informatikai készletet elhelyezését a korszerű eszközök rendszerében.

**KULCSSZAVAK:** HHP; C2; HM ArmCom Zrt.; tábori híradó-informatika; informatikai hálózat; HIK/G; alhálózat

**ABSTRACT:** Authors report in their article a development and configuration on military communication as well as IT subnet kit implementation as part of the framework of Defense and Armed Forces Development Program. A brief overview of military command & control systems will help assess the importance of the new capability and place the IT inventory in the state-of-the-art equipment system.

**KEY WORDS:** C2; HM ArmCom Corp.; military infocommunications networks, HIK/G; subnetwork

\* Informatikus, HM ArmCom Zrt. ORCID: 0000-0002-3587-9057

\*\* Műszaki igazgató, HM ArmCom Zrt. ORCID: 0000-0002-2214-4115

Communications, Cyber-defense & Intelligence, Surveillance, Reconnaissance), ahol a C4ISR kiegészül a kiberbiztonsággal, valamint C6ISR (Command, Control, Computers, Communications, Cyber-defense, Combat systems & Intelligence, Surveillance, Reconnaissance), ahol a C5ISR még a harcvezetési rendszerekkel is kiegészül. Egyre bővülő architektúrák kialakítása van folyamatban. A vezetésirányítási rendszerek közötti főbb különbségeket az 1. táblázat szemlélteti.

**1. táblázat. Vezetésirányítási rendszerek összehasonlítása**  
(A szerzők saját szerkesztése)

	C2	C4ISR	C5ISR	C6ISR
Command (Vezetés)	✓	✓	✓	✓
Control (Írányítás)	✓	✓	✓	✓
Computers (Számítógépek)	-	✓	✓	✓
Communications (Kommunikáció)	-	✓	✓	✓
Cyber defense (Kibervédelem)	-	-	✓	✓
Combat systems (Harci rendszerek)	-	-	-	✓
Intelligence (Hírszerzés)	-	✓	✓	✓
Surveillance (Megfigyelés)	-	✓	✓	✓
Reconnaissance (Felderítés)	-	✓	✓	✓

A táblázatból jól látható, hogy a C4 szinttől kezdődően a képességeknél minden szinten megjelennek az Intelligence, Surveillance és Reconnaissance funkciók is, amelyeket további hozzáadott képességgel bővít ki az adott fokozat. Ennek megfelelően a különböző szinteken megjelenő erőforrásokat is ezek alapján szükséges fejleszteni.

Az MH új tábori híradó-informatikai eszközei kaput nyitnak az MH C2 képességének C4ISR irányba történő kiterjesztésére, miközben a fentebb vázolt kihívásokat teljesítik. Tempest B biztonsági besorolásuk garantálja, hogy egy potenciális támadó 20 méteren túli távolságból már nem lesz képes ellenséges zavarásra, illetve a kisugárzó berendezés lehallgatására.

Az MH tábori C2 képessége jelenleg raj, szakasz, század és zászlóalj szinten terepjáró, illetve páncélozott csapatszállító eszközök bázisán kialakított mozgó vezetési pontokon alapul, a magasabb szintű összeköttetések kialakítását zászlóalj és dandár szinten a HM ArmCom Zrt. által korábban tervezett és kialakított HIK/G (híradó-informatikai konténer gépkocsin) komplexumok valósítják meg. A komplexum alkalmas a kihelyezett, illetve előretolt alacsonyabb szintű vezetési pontok stacioner, illetve civil rendszerekhez történő felcsatlakoztatására, így biztosítva a biztonságos kapcsolatot és a mai kor elvárásainak megfelelő, de NATO-követelményként is elért hálózati szolgáltatásokat (e-mail, VOIP – Voice Over Internet Protocol – internetprotokollon keresztüli hangátvitel –, chat, Internet, videótelefonía) a parancsnokság, illetve a koalíciós partnerek felé. Később a nemzetközi hadgyakorlatok tapasztalatai és az újabb elvárások alapján, az információs átviteli csatorna kapacitásbővítését, és a műholdas kapcsolódási lehetőséget speciális HIK-modulok kialakításával valósította meg a magyar katonai vezetés.

**TERVEZÉS ÉS KIVITELEZÉS**

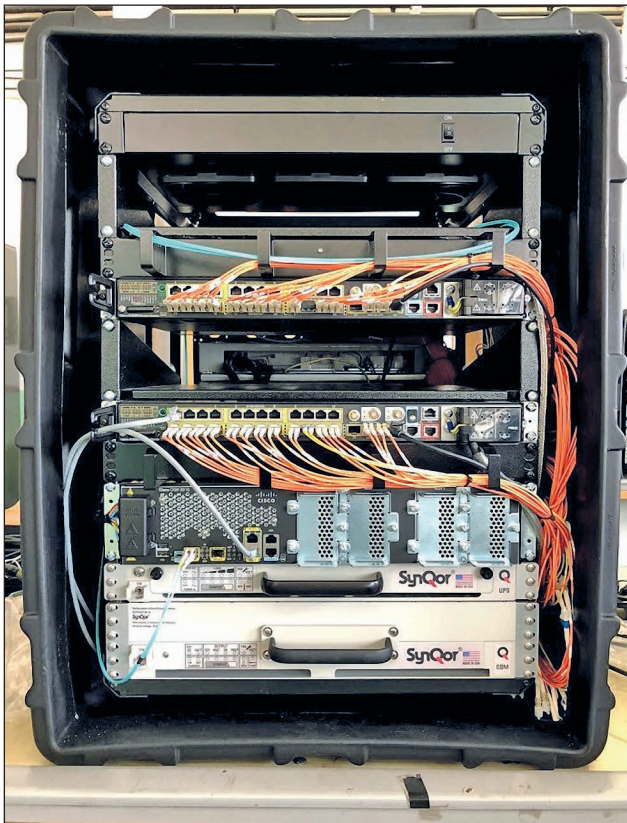
A tábori híradó-informatikai alhálózat készletek rendszerbe állításával a HIK/G komplexumok további bővítését célozta meg a felhasználó a nyílt és minősített adatfeldolgozó hálózatok kiterjesztésével. Az új elemek segítségével a rendszer képessé vált mind a nemzeti titkos, mind pedig a NATO/EU/MISSION titkos minősítésű elektronikus minősített adatok feldolgozására, mivel a rendszerelemek optikai alapú összeköttetése, valamint a rendszerelemek csökkentett kisugárzását jelentő Tempest B (NATO SDIP-27 Level B) minősítése és az IP Crypto rejtjelző berendezés alkalmazása magas szintű zavarvédeltséget és lehallgatás-kódfejtés elleni védeltséget biztosít.

A készletet a katonai körökben elterjedt, hordozható Peli-ládákban<sup>2</sup> helyezték el, amely nagyfokú fizikai védelmet biztosít tábori körülmények között is, és kézi erővel szállítható. A rendszer telepítési ideje pedig maximum 1 óra. A rendszer moduláris kialakítású, lehetőséget biztosítva a jövőbeni bővíthetőségre. A teljes rendszer jelenleg 14 db központi (nyílt és minősített LAN – Local Area Network – helyi hálózat – szerver és nyomtató ládák) és 20 db felhasználói ládából áll, amelyek egy katonai kivitelű laptopot és IP telefont tartalmaznak.

A minősített hálózati kiszolgáló ládákban (1. ábra) kaptak helyet a nagy teljesítményű szerverek, amelyek egyike a felhasználók helyi szolgáltatásait és alkalmazásait biztosítja, míg a másik a rendszer részét képező katonai kivitelű IP-telefonok kezelését végzi. A magas rendelkezésreállási szint érdekében e ládák párban történő alkalmazása javasolt. A szerver ládák klimatizáltak, és zárt állapotban is biztosítják az eszközök megfelelő hűtését.

**1. ábra. Minősített hálózati kiszolgálóláda (A szerzők felvétele)**

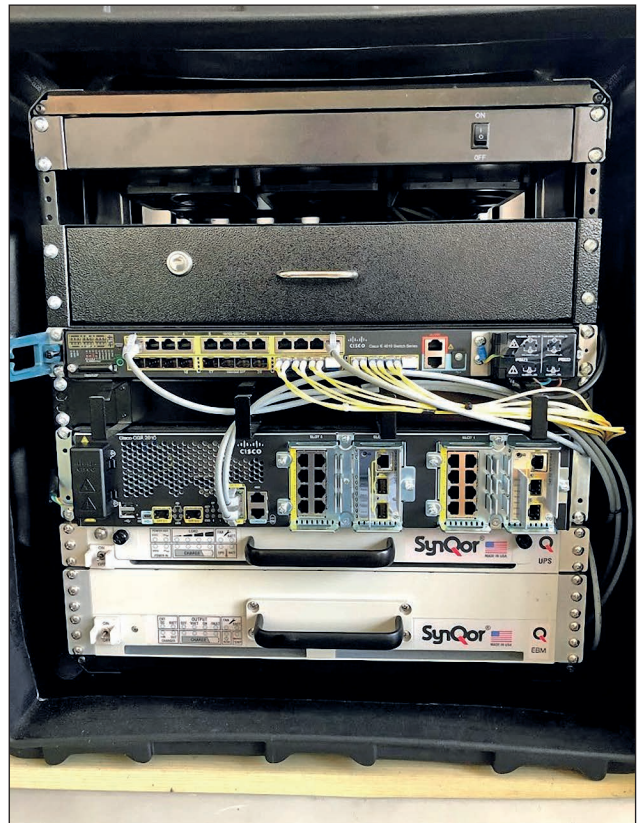




2. ábra. Minősített alhálózati LAN-láda (A szerzők felvétele)

A minősített alhálózati LAN-ládák (2. ábra) feladatai a munkaállomások és telefonok csatlakozásának biztosítása a kiszolgáló ládákból elhelyezett szerverekhez, valamint a külső (nem minősített) hálózatok felé történő kapcsolatok megerősítése. A ládában elhelyezett router és switchek egyidejűleg 18 felhasználó csatlakozását teszik lehetővé. A 3 db minősített hálózati LAN-láda rejtjelező eszközt is

3. ábra. Minősített hálózati bővítő láda (A szerzők felvétele)



4. ábra. Nyílt adatátviteliút-illesztő láda (A szerzők felvétele)

tartalmaz, így biztosítva a minősített információátvitelre vonatkozó követelményeket.

A minősített hálózati bővítő ládák (3. ábra) a távolabb települt felhasználók csatlakozását segítik elő. A bővítő láda közvetlenül a LAN-ládához csatlakozik, emellett képes további bővítő ládákat is kiszolgálni. Az eszköz egyidejűleg 20 felhasználó csatlakozását teszi lehetővé.

A nyílt adatátviteliút-illesztő láda (4. ábra) feladata, hogy biztosítsa a minősített alhálózat nyílt átviteli rendszerekhez történő illesztését. A nyílt átviteli rendszerek felé MPLS – Multiprotocol Label Switching (egyfajta internetes hálózati protokoll) képes router, illetve tűzfal biztosítja a csatlakozási felületet. A ládában mindezek mellett – szükség esetén – távközlési szolgáltatói berendezések elhelyezésére is lehetőség nyílik.

A készlet részét képezi 20 db erősített, katonai kivitelű notebook és IP-telefon (5. ábra), amelyek egy erre a célra kialakított, ugyancsak megerősített kivitelű szállítódobozban nyertek elhelyezést. Az eszközök mindegyike teljesíti a Tempest Level B feltételeket, a felhasználók ezek segítségével képesek igénybe venni a telefon- és adatszolgáltatásokat.

A készlet – a beszerzési eljárás pályázati kiírásának megfelelően – tartalmazza a fogyó- és javítóanyag-készletet és az összes szükséges tápellátó és informatikai összekötő kábelt is. Minden láda részét képezi egy kifejezetten katonai felhasználásra tervezett, a hordozhatóság érdekében könnyű, lítiumion akkumulátorral szerelt szünetmentes tápegység és akkumulátor modul, amely a magas rendelkezésre állást szem előtt tartva biztosítja az aktív elemek további működését a hálózati tápellátás megszűnése esetén, így növelve az üzembiztonságot is. A csatlakozókat és a kábeleket ebben az esetben is speciális, megerősített kivitelűekre tervezték.

A berendezések összeépítését a HM Armcom Zrt. és az Enterprise Communications Group mérnökei és szakem-





5. ábra. Munkaállomás-láda (A szerzők felvétele)

berei végezték, majd a végleges konfigurációt az MH 43. Nagysándor József Híradó és Vezetéstámogató Ezred híradóosztási szakosztályozata hajtotta végre. A NATO-előírásoknak megfelelő eszközbizonylatok, egyedi Tempest azonosító számok nyilvántartásának kialakításában és a licencjogok átruházásában is igyekezett a HM ArmCom Zrt. a legmagasabb szintű támogatást nyújtani az MH számára.

Az eszközökre vonatkozó valós igényt mi sem bizonyítja jobban, mint az, hogy a végleges átadás előtt két hónappal az MH speciális kérése alapján, az addigra elkészített összetevőket az MH híradó szakemberei már a lengyelországi CWIX 2019 (Coalition Warrior Interoperability Exercise) elnevezésű híradó-informatikai együttműködési gyakorlatra szállították és használták. [5]

## ÖSSZEGZÉS

A XX. század végére a hadviselés egy teljesen új szintéren jelent meg, ahol az információ szerepe a korábbiakhoz képest jelentősen megnövekedett. A lehetőségek kiteljesedésével azonban megnövekedett a kockázat is. Mind az adatok sebezhetőségének, mind az átviteli sebesség minél jobb kihasználásának tekintetében olyan technológiákat kell alkalmazni, amelyek nemcsak képesek fenntartani a folyamatos kapcsolatot a résztvevők között, de képesek a minősített információkat felfedhetetlenül továbbítani a megfelelő helyre. A C2 rendszereket alapul véve állandó újítások szükségesek azon információs fölny megteremtéséhez és fenntartásához, amely adott esetben stratégiai erő is képviselhet egy-egy művelet során. A HM ArmCom Zrt. által 2019-ben átadott C2 rendszer ezen képességek figyelembevételével került kidolgozásra. A jövőre nézve mind a koncepció, mind a rendszer elemek kiváló alapot képeznek a Magyar Honvédség ilyen irányú céljainak elérésében és további fejlesztésében.

hez és fenntartásához, amely adott esetben stratégiai erő is képviselhet egy-egy művelet során. A HM ArmCom Zrt. által 2019-ben átadott C2 rendszer ezen képességek figyelembevételével került kidolgozásra. A jövőre nézve mind a koncepció, mind a rendszer elemek kiváló alapot képeznek a Magyar Honvédség ilyen irányú céljainak elérésében és további fejlesztésében.

## HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Haig Zsolt, Kovács László, Ványa László, Vass Sándor, *Elektronikai hadviselés*. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, 2014 <http://m.ludita.uni-nke.hu/repositorium/handle/11410/10964> (Letöltve: 2021.4.29.);
- [2] National Security Telecommunications and Information Systems Security Committee – National Security Telecommunications and Information Systems Security Advisory Memorandum (NSTISSAM) TEMPEST/2-95, RED/BLACK Installation Guidance (Letöltve: 2021.4.29.);
- [3] HM ARMCOM Kommunikációtechnikai ZRt. Rövid távú stratégia (2018–2020) 5.3. 142/2018 nyt. sz. <https://armcom.hu/uploads/R%C3%B6vidt%C3%A1v%C3%BA%20strat%C3%A9gia%202018-2020.pdf> (Letöltve: 2021.5.12.);
- [4] David S. Alberts, Richard E. Hayes, *Understanding Command and Control CCRP* [http://www.dodccrp.org/files/Alberts\\_UC2.pdf](http://www.dodccrp.org/files/Alberts_UC2.pdf) (Letöltve: 2021.5.13.);
- [5] Szilágyi Imre, „Híradó-informatikai gyakorlat Lengyelországban,” *Magyar Honvéd* 30, 8. sz. (2019. augusztus): 20. o.

## JEGYZETEK

- 1 A Tempest kezdete az 1960-as, 70-es évekre datálható, amikor az USA Nemzetbiztonsági Ügynöksége (NSA – National Security Agency) különböző elektronikai berendezések által kibocsátott jelek elfogására és azokból történő adatvisszafejtés érdekében végzett kísérleteket. Kezdetben a távközlési berendezésekre fókuszáltak, azonban mára kiszélesedett az adatvédelmi technológia alkalmazása. A Tempest tehát egy vizsgálat fedőneve, amely során a különböző elektronikai adatfeldolgozó egységek kisugárzását és az adatok visszanyerhetőségét elemzik. A Tempest-mérést és a biztonsági zónába sorolást Magyarországon a Nemzeti Biztonsági Felügyelet végzi a 161/2010. (V. 6.) Korm. rendelet alapján (a szerk.).
- 2 A Peli márkanév a kaliforniai székhelyű Pelican Products, Inc. Európában bevezetett márkanéve (a szerk.).

# HADITECHNIKA FOLYÓIRAT

A *Haditechnika* folyóirat korábbi számai megvásárolhatók:

Líra Könyvruház, Récsei Center 1146 Bp., Istvánmezei út 6., (telefon: 411-1543);  
Stúdió könyvesbolt 1138 Bp., Népfürdő u. 15/D, (telefon/fax: 359-1964, 359-6461);

HM Zrínyi Nonprofit Kft. Ügyfélszolgálat (Budapest II., Fillér u. 14.)

Nyitvatartás: H.–P. 9–15 óra [ugyfelszolgalat@hmzrinyi.hu](mailto:ugyfelszolgalat@hmzrinyi.hu).





Sőregi Zoltán\*

## Kerékpáros csapatok az Osztrák–Magyar Monarchia közös alakulatainak kötelékében **II. rész**

A szerző – tanulmánya első részében – a kerékpáros katonai egységek megjelenését, és az osztrák–magyar közös hadseregbe történő integrálását mutatta be. 1870-től, a századfordulóhoz közeledve különféle kerékpártípusokat próbáltak ki, ennek ellenére az osztrák–magyar hadseregben az első három kerékpáros század csak az 1909 őszi hadgyakorlatokon kapott szerepet. Ezek a századok azonban még nem képezték a hadsereg szervezetszerű részét, az önálló alakulatokat a hadtestek csak a nagy gyakorlatok időtartamára állították fel. A századok szervezetszerűvé tétele 1911-ben történt. A szerző beszámolt az egységek első bevetéseiről, egyenruházatáról és felszereléséről. A tanulmány második, (záró) része korabeli dokumentumok felhasználásával mutatja be a Monarchia harcoló kerékpáros alakulatainak tevékenységét, megemlékezve azon személyekről, akik az első világháború után meghatározó szerepet játszottak a honvédség kerékpáros csapatnemének kialakításában és alkalmazásában.

### AZ ELSŐ BEVETÉSEK

Az első világháború kitörésekor a kerékpáros századokból alakított zászlóaljat az Olaszország elleni műveletekre készítették fel. A monarchia számára azonban a háború nem a délnyugati arcvonalon kezdődött, ezért a mozgósítást követően 1914. augusztus 2-án a négy vadász kerékpáros század békehelyőrségeiben berakodott, menet közben zászlóaljja egyesült, és Maribor–Graz–Wien–Lundenburg menetvonalon Oświęcimbe<sup>11</sup> vonult, ahol augusztus 5-én a 7. lovas hadosztályhoz csatlakozott. A zászlóalj parancsnokává

Schönner Odiló századost<sup>12</sup> nevezték ki. Első feladatuk hadműveleti felderítés volt, közben augusztus 15-én a lengyelországi Morawica-nál átestek a tűzkeresztségen, s még aznap az ugyancsak lengyelországi Kielcénél harcba léptek, mint hadosztályelővéd. Ezt követően a zászlóalj utóvédként tevékenykedett, közben a nehéz terepviszonyok miatt ideiglenesen többször meg kellett válniuk a kerékpárjaiktól. A zászlóalj a lovashadosztály alárendeltségében töltött 17 nap alatt 395 km-t menetelt. Ezt követően közvetlenül a lovashadosztályt is magába foglaló Kummer hadseregcsoportnak<sup>13</sup> rendelték alá, fő feladatuk önálló felderítés és biztosítás volt, majd augusztus 31-étől a hadseregcsoport Landstrum-gyaloghadosztályainak (95. és 106.) alárendelt-

6. ábra. Kerékpáros járóverseny 1913-ban az olaszországi Görzben (Gorizia) (Forrás: HIM/107 490)



\* Szakíró. ORCID: 0000-0003-0222-3470



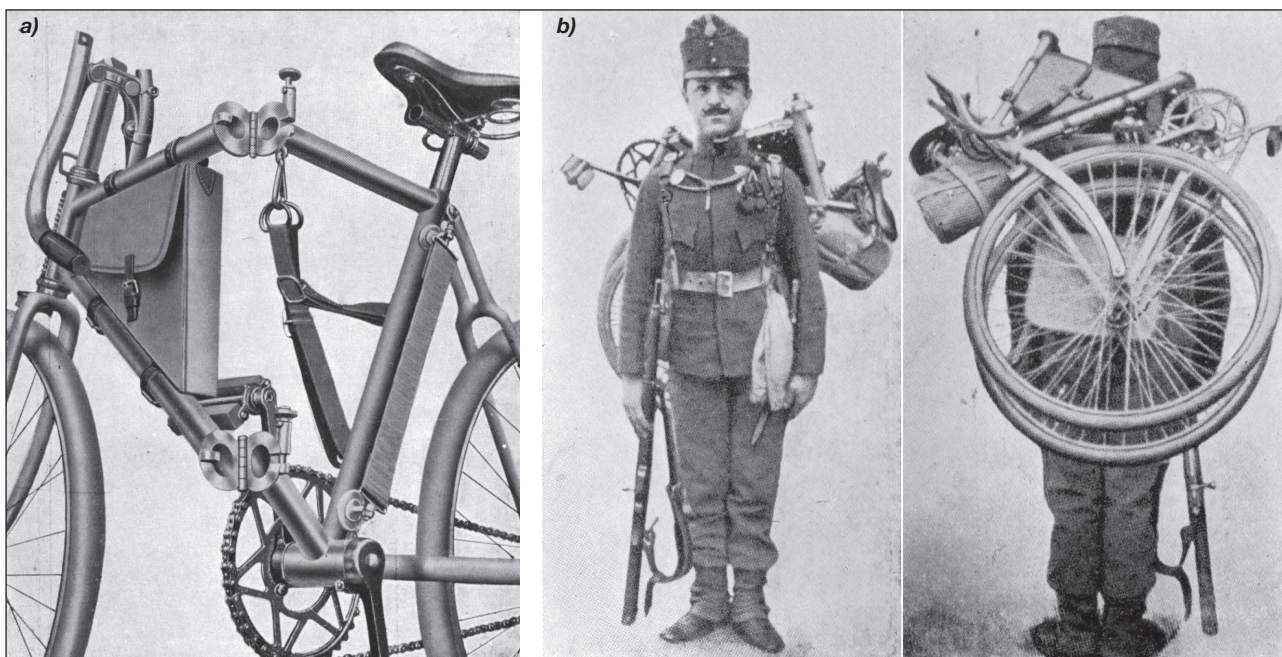
7. ábra. Tókes Béla főhadnagy, a császári és királyi kerékpáros zászlóalj 11. kerékpáros vadászszázadának alantos tisztje. Egyenruhájának érdekessége a sapka oldalán látható zsákmányolt orosz sapkarózsza, a „a Cár szeme” gyalogsági sapkajelvény [14]

ségében tevékenykedett. Szeptember 25. és november 2. között a császári és királyi 9. lovashadosztály kötelékébe helyezték, majd rövid pihenőt követően november 29-től a VI. hadtest alárendeltségébe került. Itt a zászlóalj – a mozgóharcok befejeztével – Gorlice közelében először került a lövészárokbá, ahol a császári és királyi 17. gyalogezrednek rendelték alá. December 30-án éjfél előtt ellentámadással visszafoglalta a jobb oldalon elhelyezkedő zászlóalj visszavonulása miatt átmenetileg felhagyott régi állásait, ennél az éjjeli támadásnál egy orosz alezredest és 480 orosz katonát fogott el, két felmálházott géppuskát és 16 málhás állatot zsákmányolt. Sajat részről Tókes Béla 11. vadászszázadbéli főhadnagy<sup>14</sup> (7. ábra) és 15 vadász halt hősi halált. A támadás során a zászlóalj jobb szárnyán lévő Bodnár László szakaszvezető szakasza váratlan ellenséges tüzet kapott. Szakaszával parancs nélkül rohamot intézett a támadók

irányába, és elűzte az ellenséget. A nap folyamán Bodnár szakasza újból oldaltüzet kapott, amely már az egész zászlóalját veszélyeztette. Bár Bodnárnak már csak 18 embere volt, ezeket fedve visszavonta, magához vette az arcvonal mögött talált 30 népfelkelőt, majd átvette a parancsnokságot egy oldalt talált Landwehr szakasz fölött is, és az így megnövekedett csapatával megrohmozta az ellenséget, azt elűzte és állását elfoglalta. Bátor és kezdeményező magatartásáért megkapta az Arany Vitézségi Érmét.

1915-ben az alakulat új feladatokat kapott, az év első négy hónapjában téli állásharcokban vett részt a VI. és IX. hadtestek kötelékében. Ehhez január 24-én leadta kerékpárjait, és hegyi zászlóaljjá alakult át. Március 5-én a lengyelországi Polnaban a 39. honvéd hadosztály kötelékébe lépett, részei felváltva árokszolgálatot láttak el. Az olasz hadba lépést követően (1915. május 23.) a zászlóaljat az újonnan megnyíló délnyugati harctérre szállították. Itt a kerékpáros jelleget a terep sajátosságai és a feladatok sajátosságai miatt teljesen elveszítették: a VI. hadtest kötelékében, majd július 21-től a második isonzoí csatában,<sup>15</sup> a VII. hadtest jobb szárnyán – egy támadó csoport részeként –, a Monte San Michele magaslatot kellett visszafoglalnia. A zászlóalj a támadás kezdeti sikerei után az oldalába és hátába kapott olasz tüzérségi tűz következtében kifulladt. Miután a támadó csoportnak sem sikerült az egyéb erőivel birtokba vett Monte San Michele-t megtartania, az est beálltával a kerékpáros zászlóalj is visszavonult<sup>16</sup>. (A zászlóalj részvételéről Schönner Odilo később „A kerékpáros zászlóalj szerepe a második Isonzoí csatában” címmel írt tanulmányt a Magyar Katonai Szemle 1933. I. negyedévi számában.) Ezt követően – az augusztus 10-én történt vasúti elszállításáig – az alakulat árokszolgálatot teljesített, (az ott eltöltött 22 nap alatt csak három napon menetelt kerékpáron összesen 67 km-t, 19 napon át állásharcokban vett részt) az állandó olasz tüzérségi tűzben naponta nagy veszteségeket szenvedett. Ezt követően Tiroli tartományi védőparancsnokságának mozgó tartalékaul osztották be őket, ahol más alakulatokkal együtt a 20. és 24. kerékpáros századokat vetették be a Monte Piano hegy lejtőin vívott nehéz harcokba. Augusztus 13-án a 20. kerékpáros század

8. ábra. M10 mintájú Steyr kerékpár, középen a csuklópánttal a) kerékpáros menetkészen, hátán a kerékpárral b) [13]





9. ábra. A grazi Waffenfabrik gyár 97. sorszámú összecukható katonai kerékpárja összehajtott állapotban a), nyitott állapotban útrakészen b), lazított csuklópánttal és bőrszíjjal c) [14] [15] [17]

a völgyállásokat megtisztította az ellenségtől, a 24. kerékpáros század pedig a Piano lejtőin az ellenséget eredeti állásaiba visszaszorította. A század parancsnoka, Klaus Kálmán főhadnagy<sup>17</sup>, 17 vadással együtt elesett. Temetéséről zászlóaljparancsnoka így írt: „17 h 45 I-kor a bajor alpesi hadtest, a Pustertali hadosztály és az 56. hegyi dandár küldöttségeinek jelenlétében és a bajor testőrezred zenekarának közreműködésével megadjuk a végtisztességet Tirol földjének védelmében elesett Klaus Kálmán főhadnagynak, kinek holttestét századának egyik szakasza ellentámadással visszahozta az ellenség soraiból, hol a roham alkalmával szívővésszel elesett.” [7; 45. o.]

Augusztus 17-én a két század bevonult Toblach-ba<sup>18</sup>, ahol a zászlóaljat a soraiban fellépő kolera miatt elkülönítették, a karantén 28-áig tartott. A következő hónapban német alakulatok kötelékében állásharcokat vívtak Sexten<sup>19</sup> környékén. Az ott zajlott események közül kiemelhető a szeptember 6-i olasz támadás, amikor a zászlóalj balszárnyán, a 2393 méter magas Rotheck-en állásban lévő 20. és 29. kerékpáros századot három olasz zászlóalj megtámadta, és az ún. China-nyergen betört az állásaikba, de a tartalékok ellentámadása az ellenséget visszavetette. [8] Ez alkalommal a zászlóalj öt olasz tisztet és 309 olasz katonát ejtett fogságba, két géppuskát zsákmányolt. Saját részről Lerch Antal főhadnagy a 20. és Obst Kamilló főhadnagy<sup>20</sup>, a 29. kerékpáros század parancsnoka, valamint négy vadász hősi halált halt, 25 fő pedig megsebesült [9] (Figyelemre méltó, hogy az olasz harctérre került zászlóalj rövid idő alatt három századparancsnokát veszítette el, amely jól mutatja, hogy milyen veszteségek érték a térségben harcoló osztrák–magyar csapatokat). A zászlóaljat ezt követően egészen az év végéig Trient<sup>21</sup> környékén alkalmazták századonként, az állásokban lévő csapatok megerősítésére vagy felváltására. 1915 decemberében pihenőben voltak, illetve a pótlásként kapott személyi állományt képezték ki.

1916-ban a kerékpáros zászlóalj továbbra is a mellékhadszíntérnek nevezhető tirolói frontszakaszon tevékenykedett, jellemzően századonként előre tolva, és az állásokban rendszeresen váltva egymást. A kisebb ellenséges rajtütések és a tűzérési tűz következtében veszteségeket is szenvedtek. Május 13-án kivonták őket az arcvonalból, Trientbe vonultak, ahol a hadvezetés által május 15-én megindítani tervezett offenzívához szükségesnek látott átszervezéseket hajtották végre. A zászlóalj vegyes összetételű vonatát, amely addig 8 db tehergépkocsiból, 40 fogatolt országos járműből és 37 málhás állatból állt, teljesen átszervezték. A régi vonatból csak a fogatolt hegyi mozgókonyhák és 20 málhás állat maradt meg, ezek mellé a zászlóalj 15 vadonatúj tehergépkocsiból álló gépkocsioszlopot kapott, hogy a Pó-síkságra történő kijutáskor mozgókonyhája fokozottabb legyen, és mozgó tartalékkal alkalmazhassák. A tervezett támadás végül – részben az orosz fronton június 4-én megkezdődött Bruszilov-offenzíva miatt – kifulladt, a tirolói arcvonalszakaszcsoportokat el, a zászlóaljat egy hátrább lévő, rövidebb állásba rendelték. Itt ideiglenesen megerősítették az 1. honvéd kerékpáros századdal. Az öt század számára újra állásharcok és tartalékban állomásozások váltogatták egymást, majd a

július 21-ről 22-re végrehajtott erőltetett éjjeli menet után, a zászlóalj a Travnigolo-patak mindkét partján, Buso del Oro (1932 magassági pont) – Dossaccio (1836 m. p.) vonalában a 9. hegyi dandár kötelékében foglalt állást. A zászlóalj felváltás nélkül ott maradt tíz hónapon keresztül a maga építette állásaiban. Ez idő alatt a legkiemelkedőbb haditett a november 3-án éjjel végrehajtott támadással a Colbricon (2608 m. p.) magaslat birtokba vétele volt. A rohamcsapat magját a kerékpáros zászlóaljnak (11., 24. és 29. kerékpáros századtól) egy zászlósból és 40 kerékpárosból álló rohamszakasza alkotta, emellett a IV/87. és a IV/12. zászlóaljakból összeállított egy-egy szakasz vett részt a támadásban, Kiss János százados<sup>22</sup> parancsnoksága alatt. A kerékpáros rohamszakasz vesztesége: Fábián István zászlós<sup>23</sup> szakaszparancsnok, négy kerékpáros halt, és 17 sebesült<sup>24</sup>. Jól mutatja a kerékpáros zászlóalj alkalmazásának jellegét Schönner Odilo jelentése: „Kiss János a 11. század parancsnoka 40 önként jelentkező kerékpárossal visszafoglalta a legmagasabb csúcsot, a 2608-as Colbricon, a 9. hegyidandár magas hegységben kipróbált csapatai közé beékelve. Hogy pedig ehhez a turisztikailag is igen nehéz hegyi vállalkozáshoz a 9. hegyidandár parancsnoka a kerékpároszászlóalj legkiválóbb tisztjét és legénységét – és nem a maga csapatait – használta fel, bizonyossága annak, hogy rövid három havi együttműködés alatt felismerte a kerékpárosokban rejlő harci és erkölcsi értéket. Másként megindokolni nem lehet azt a tényt, hogy már két év óta Szerbiában és Dél-Tirolban hadbanálló 9. hegyidandár nem a maga magashegységben kipróbált és igen jó hírnévnek örvendő hegyi csapatainak legénységét és tisztjeit választja ki a Colbricon visszafoglalásához, hanem egy neki szervezetenként nem, hanem csak pillanatnyilag alárendelt idegen csapatát” [10; 53. o.]

Tehát a kerékpárosokat hegyi alakulatként vetették be, annak ellenére, hogy a mozgékonyaságra itt kisebb szükség volt. Ehelyett magashegyi harcban alkalmazták őket, a támadásban részt vevő Fazekas József így emlékezett vissza a rohamra: „...Itt ez a meredek, kimagasló szikla, az oldalába kötelek, be vannak vésvé póznák, nekitámaszkodva – ha a parancsot adom – felmászva, egy tolni, egy húzni, megsturmoljuk. Elosztott bennünket, most bújjunk a hegy tövébe, mert kezdődik az erős tűzérési támadás. Öt percig lönek, és már hallatszik: spicz-ék előre! – igen, de visszaesetek, mert az olaszok fejbe találták kézigránáttal. Gyerünk fiúk, hurrá, hurrá, elkezdünk ordítani és nyomjuk egymást, és húzzuk a kötélén és durungon, és nagy gyorsasággal elfoglaltuk a Colbricon... Miénk a hegy... 6-an maradtunk épségbe [negyvenen indultak], a zászlós úr örömeiben felállott a homokszákokból épített kis fedezék tetejére és veri össze a tenyerét: bravó, bravó, miénk a Colbrico – erre az olaszok felé leesik és többé ötet nem láttuk.” [11]

Az 1917-es év sem hozott változást a zászlóalj alkalmazásában. Mintegy tíz hónappal árokoszolgálat és állásharcok után júniusban rövid pihenő következett Trientben, majd a 3539 méter magas Mount Adamello gleccsereire kerültek védőállásba. Ezt követően, november 8-áig továbbra is menetek, pihenők és állásharcok váltogatták egymást a tirolói arcvonalon, majd a Hétközség fennsíkja helyezették a

zászlóalj, ahol a tiroli arcvonalon az osztrák–magyar főerők előnyomulását támogató támadásának részesei voltak. A nagy hidegben vívott nehéz hegyi harcokban a zászlóalj komoly veszteségeket szenvedett, december 5-én a zászlóaljparancsnok is kórházba került fagyási sérülésekkel. Az alakulat vezetését rövid időre Kiss János százados vette át, aki december 25-én a Col d'Echele gerincének védelme közben súlyosan megsebesült. Ezekben a harcokban tüntette ki magát Tóth Zsámboki János törzsőrmester, szakasparancsnok (eredetileg honvéd kerékpáros), aki „amikor az olaszok mozgolódásáról tudomást vett, hat önként vállalkozó vakmerő emberével a két arcvonal között lévő elhagyott házhoz lopózkodott előre, hogy tájékozódást szerezzen az ellenség mozdulatairól. A házhoz érve, meglepődve vette észre, hogy azt már az olaszok tartják megszállva. Minthogy számra nézve egy sokkal erősebb osztaggal állott szemben, meglepő támadásra szánta el magát. Két kézigránátot vágott be a ház ablakán és a robbanás okozta zűr-zavarban foglyul ejtette a bent lévőket. Megszállta a házat, melynek emeletéről gyilkos tűz alá vette a támadásra készülő olasz zászlóaljat. Az olaszok kénytelenek voltak visszavonulni. Tóth Zsámboki János négy nap és négy éjjel át védte a házat és hiúsította meg az ellenség minden megmozdulását. Kiválóan vitéz magatartásáért és eredményes működéséért arany vitézségi éremmel tüntették ki és tiszthelyettesé léptették elő” [12] december 28-án a zászlóalj tartalékba, majd pihenőbe került. E harcokban az alakulat összállománya 96 főre zsugorodott.

## ÖSSZEFOGLALÁS

1918 elején az olasz harctéren a monarchia harcoló kerékpáros egységeit teljesen átszervezték. A fent tárgyalt kerékpáros vadászzászlóaljból egy századot kiemeltek, helyette kapott egy újonnan szervezett önkéntes kerékpáros századot. Ugyanígy jártak el a megalakuló honvéd kerékpáros zászlóaljjal is (amelynek története a Haditechnika 2020/5. és 2020/6. számaiban olvasható). A kiemelt egy-egy kerékpáros századból és egy újabb önkéntes kerékpáros századból egy újabb kerékpáros zászlóaljat állítottak fel. Ezzel az átszervezéssel az elsőként felállított császári és kerékpáros vadászzászlóalj története befejeződött. Az alakulat működése alatt 2228 fő öszvesztéséget (halott, sebesült, eltűnt) szenvedett, tagjai közül Arany Vitézségi Érmel négyen érdemeltek ki (egy tiszt, három legénységi). Az alakulat volt parancsnokai (Schönner Odilo, Kiss János) meghatározó szerepet játszottak az első világháború után a honvédség kerékpáros csapatnémetének kialakításában és alkalmazásában.

## HIVATKOZT IRODALOM

- [7] vitéz Schönner Odilo, „A kerékpáros zászlóalj a Monte Pianon 1915-ben” *Magyar Katonai Szemle*, 1933.;
- [8] „Lerch Antal Cs. és kir. 20. kp.szd.” <http://www.hungarianarmedforces.com/hosoknaptara/2015/150926.htm> (Letöltve: 2021.9.6.);
- [9] Az Ujság, 1915. február (13. évfolyam, 32–59. szám) 1915-02-09 / 40. szám;
- [10] Schönner Odilo, „Kerékpárosok magas hegyiségben való alkalmazhatósága.” *Magyar Katonai Szemle*, 1934.;
- [11] „Fazekas József világháborús naplójából” *Trianoni Szemle* 9, 3–4. szám, (2017): 149–151. o., közreadja: Kocsis Sándor;

- [12] „Tóth-Zsámboki János hv.kp.zlj.” <http://www.hungarianarmedforces.com/album/OA/1468.htm> (Letöltve: 2021.9.6.);
- [13] Forrás: [https://arsmilitaria.blog.hu/2021/01/28/drotszamar\\_a\\_hadseregben](https://arsmilitaria.blog.hu/2021/01/28/drotszamar_a_hadseregben) (Letöltve: 2021.9.6.);
- [14] Forrás: <http://signum-laudis.hu/keptar/kepek/5404-tokes-bela-hadnagy> (Letöltve: 2021.9.6.);
- [15] Forrás: <http://www.fahrradsalon.at/wp-content/uploads/2017/03/H6P5723.jpg>;
- [16] Forrás: <http://www.fahrradsalon.at/wp-content/uploads/2017/03/H6P5746.jpg>;
- [17] Forrás: <http://www.fahrradsalon.at/wp-content/uploads/2017/03/H6P5750.jpg>.

## JEGYZETEK

- 11 Maribor (SK), Graz (A), Břeclav (CZ), Oświęcim (PL).
- 12 Schönner Odilo, schönndorni altábornagy, vitéz, schönndorni, (Budapest, 1877. – Eger, 1958). Hivatásos tiszti pályáját a 3. császárvadász ezrednél (3. k.u.k. Tiroli Jägerregiment) kezdte, majd Munkácson a 78. honvéd gyalogdandár segédtisztjeként szolgált. 1908. előtt került a 11. tábori vadászzászlóalj kötelékébe. 1914. augusztus 5. – 1917. december 9. között látta el a kerékpáros zászlóalj parancsnoki teendőit. A két háború között jelentős szerepet játszott a Magyar Királyi Honvédség kerékpáros csapatnémetének megszervezésében.
- 13 Kummer Heinrich Freiherr von Falkenfeld lovassági tábornok (1852–1929) parancsnoksága alatt létrejött alkalmi erőcsoportosítás, amelynek fő erői a császári és királyi 7. lovashadosztály, valamint a császári–királyi 95. és 106. Landsturm gyaloghadosztályok voltak.
- 14 Tótkés Béla főhadnagy (Hajdúszoboszló, 1889. – Nowy Sącz, 1914.). A 11. vadászzászlóalj kötelékében szolgált, a harctéren a 11. kerékpáros vadászzászárad alantós tisztje volt. A hivatalos veszteségi adatbázis szerint december 29-én halt hősi halált. Nowy Sącz (Lengyelország) temetőjében temették el, majd maradványait a Hajdú-Bihar megyei Kabára szállították.
- 15 Isonzó-csatáknak az Isonzó (mai nevén Soča) folyónál, a mai Szlovénia és Olaszország területén, az Osztrák–Magyar Monarchia és Németország, illetve Olaszország csapatai között lezajlott 12 nagyobb összecsapást nevezzük. Az említett második isonzó csata 1915. július 18. és augusztus 3. között zajlott le, becslések szerint körülbelül 90 000 ember vesztette életét az összecsapás során.
- 16 A csata későbbi fázisában a honvéd alakulatok nagy véráldozatok árán birtokba vették a stratégiai jelentőségű Monte San Michele-t, amely az 1916. augusztus 6–17. között lezajlott 6. isonzó csata során került végleg olasz kézre.
- 17 Klausz Kálmán főhadnagy (Sopron, 1887. – Monte Piano, 1915.). Koporsóját 1925. október 30-án szállították haza. Sopronban, a Balfi úti temetőben nyugszik.
- 18 Toblach (olaszul Dobbiaco), Dél-Tirol. Dobbiaco, I.
- 19 Sexten (olaszul Sesto) település az észak-olaszországi Dolomitokban, Dél-Tirol. Sesto, I.
- 20 Személyükről további információ nem áll rendelkezésre.
- 21 Trento, I.
- 22 Kiss János, vitéz, altábornagy (Erdőszentgyörgy, 1883. – Budapest, 1944.) a háború eleje óta a 11. kerékpáros vadászzászárad parancsnokaként teljesített harctéri szolgálatot, 1917. december 5-étől december 25-ei sebesülései a zászlóalj-parancsnoki teendőit látta el.
- 23 A hivatalos veszteségi adatbázisban nem szerepel egyértelműen azonosítható módon. Nem zárható ki, hogy azonos azzal a Fábrián Istvánnal, aki az 1917. 04. 04-én megjelent „Hírek a sebesültekről és betegekről” című összeállításban szerepel, rendfokozat nélkül, feltüntetett alakulata a 19. vadászzászlóalj volt. 1899-ben Bőnyrételepon született, elesett fejlődés következtében 1916. 12. 21-én, de a rendfokozat hiányában és az időbeli eltérés miatt az azonosság nem jelenthető ki egyértelműen. Eredeti alakulata a magyar királyi 14. honvéd gyalogezred volt, 1916. március 18-án a Marter melletti ütközetben kiérdemelte az Arany Vitézségi Érmel.
- 24 Kiss Sándor, *Emlékeim Kiss János altábornagyról*. Budapest: Zrínyi Katonai Kiadó, 1979., 106. o.

Dr. Kovács Csaba\*

# Egy elfelejtett magyar ejtőernyő, a ZF–2

## AZ ELSŐ EJTŐERNYŐK A MAGYAR HADERŐBEN

A magyar ejtőernyőgyártás sok évtizedes múltra tekint vissza. A második világháború időszakában Hehs Ákos mérnök tervezésével több ejtőernyős szabadalom és típus született. Ezek között kell megemlíteni – egy ugyancsak Hehs-féle magyar pilóta mentőejtőernyőből kialakított típust – a 39M hátérnyőt, amelyet az első magyar katonai ejtőernyősöknél rendszeresítettek. Az 1950-es és '60-as évek során a magyar típusok (49M, 51M) [1] mellett egyre inkább teret nyert a szovjet gyártmányú ejtőernyők használata, így a PD–6, a PD–47, majd később a D–1 típusok [2], amelyek hazánkban is megjelentek mind a polgári, mind a katonai ejtőernyőzésben. A '70-es években rendszeresítették a német (NDK) RS–4/4 típusú ejtőernyőt, amely a polgári életben a Magyar Honvédelmi Szövetség (MHSZ) keretein belül, a néphadseregben a szárazföldi csapatoknál használták, míg a légierőnél a némileg kisebb kupolamérettel rendelkező RS–8 típust rendszeresítették.

Az 1990-es években az MH szakemberei előrelátó módon már számoltak az RS–4/4A ejtőernyő „kiöregedésével”, így igényt támasztottak egy új típusú katonai kiképzőgyakorló ejtőernyő hazai kifejlesztésére vagy külföldről történő beszerzésére. Gajdán Miklós nyugállományú ejtőernyős ezredes kezdeményezésére, Hungária 1 típusjelzéssel elkészült egy olyan magyar fejlesztésű körkupolás ejtőernyő, amely méretét (ejtőernyő-kupola felülete: 74 m<sup>2</sup>), valamint a két pár irányítórést tekintve az MH-ban a szárazföldi alakulatoknál széles körben használt RS–4/4-hez, ugyanakkor a kupola hátulsó részén található ún. tolórés tekintetében a légierőnél rendszeresített RS–8 típushoz hasonlított. A típus első változatának elkészítésénél először „zéró” levegőáteresztésű anyagot alkalmaztak, a fő- és a tartalék ejtőernyő a sportejtőernyőkhöz hasonlóan tandem tokban (az ugró hátán egymás felett) helyezkedett el.

A tesztfázisban több probléma is felmerült a kupolával kapcsolatban, majd más légáteresztésű anyagok alkalmazásával, valamint kisebb rések (nyílások) kialakításával ezek a gondok megoldódtak. A prototípus két elkészült

változatával a légierő és szárazföldi erők ejtőernyősei sikeres próbaugrásokat hajtottak végre. A tapasztalatok szerint az ejtőernyő „barátságos”, jól irányítható, a kormányozhatóságok aránylag gyorsan reagáló típus volt. A két példány közül az egyik bekötött és stabilizátoros, a másik pedig bekötött, illetve kézi nyitási rendszerű ugrásokra volt alkalmazható. Sajnálatos, hogy a típusnak nem lett utóélete, több tesztpéldány sem készült, így a típus sorozatgyártása sem valósult meg.

## A ZF–2 FEJLESZTÉSE

Egy másik érdekes hazai körkupolás ejtőernyő a tanulmány tárgyát képező ZF–2 (Zenit fő ejtőernyő, 2. változat), amelyet Géczy János polgári ejtőernyős oktató fejlesztett ki. A fejlesztés folyamata 2000-ben kezdődött. Első lépésként – Tóth János a Magyar Repülő Szövetség (MRSZ) ejtőernyős szakágvezető rajzai alapján – az ismert magyar gyártású pilóta mentőejtőernyők (ZHM–1, illetve ZUM–1) [3] kupolájának körülbelül 130%-ra növelt felületű változata került kialakításra. (1. táblázat)

Ez a korai típus a ZF–1 (Zenit fő ejtőernyő, 1. változat) volt, amelyet fokozott nyílási terhelés, süllyedés közbeni jelentős belengések, valamint nehézkes irányíthatóság jellemzett. A tesztelések során a ZF–1 típus fő ejtőernyőjét elsőként egy orosz UT–15 típusú ejtőernyő tokjában helyezték el a tartalék ejtőernyővel együtt, amely szintén egy magyar fejlesztésű ejtőernyő, az 1996-ban típusalkalmassági vizsgálaton megfelelt ZT–1 típus volt. A fő ejtőernyő irányíthatóságának javítása érdekében az eredeti három tolórés helyén – az ejtőernyő-kupola hátulsó részén – egy nyolc szekcióból álló tolórés, valamint két (egy pár) lencse alakú irányítórést alakítottak ki, továbbá a kupola bellobanása során fellépő terhelés csökkentése érdekében – az ejtőernyő-kupola felső részén – négy kisebb méretű rés (szelep) kapott helyet. (1. ábra)

Az átalakítást követő ZF–2 prototípust egy amerikai NAA Centaurus tokban tesztelték tovább, a körkupolás kialakítású tartalék ejtőernyőt pedig egy légcéllás kialakítású

**ÖSSZEFOGLALÁS:** Az 1990-es éveket követő időszakban mind a sport-, mind a katonai ejtőernyőzés rendszerében jellemző volt a hagyományos körkupolás alapképzési módszer alkalmazása. A polgári életben több évtizeden keresztül alkalmazott RS–4/4 típus a 2000-es évek elején „eltűnt” a sportejtőernyőzésből. Körkupolás utód nem érkezett, közben a légcéllás technika folyamatos térnyerésével egyre inkább a légcéllás alapképzések terjedtek el. A Magyar Honvédségben (a továbbiakban: MH) a bővített ejtőernyős alapképzés meghatározó eszköze több évtizeden keresztül szintén az RS–4/4 típusú ejtőernyő volt, egészen 2018 nyaráig, amikor a típus LA változatát – a naptári üzemidő lejártával – végképp kivonták a rendszerből. Az MH körkupolás ejtőernyője azóta az amerikai MC–6 típus, amely 2014 óta áll alkalmazásban.

**KULCSSZAVAK:** körkupolás ejtőernyő, ejtőernyős alapképzés, RS–4/4, ZF–2

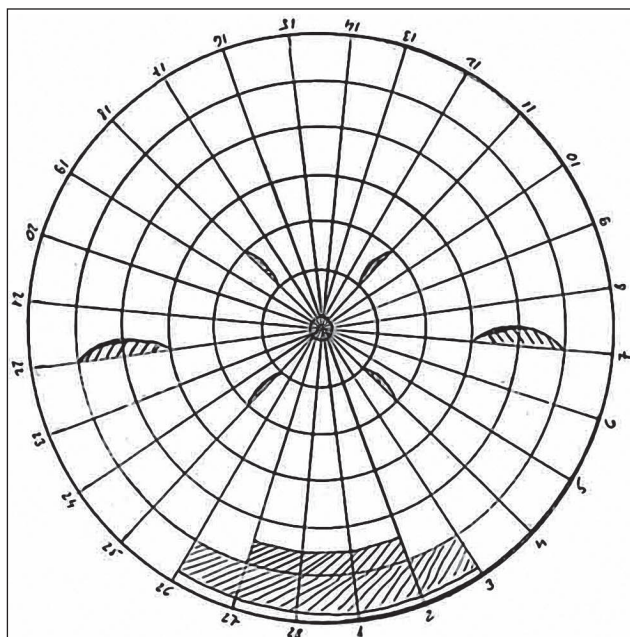
**ABSTRACT:** During the period following the change of regime, the application of the traditional round canopy shaped parachute basic training method was typical in both the civilian (sport) and military parachuting in our Homeland. The RS–4/4 model, which has been used in civilian parachuting life for several decades, 'disappeared' in the early 2000s. Decendant was not arrived, while - with parallelly the continued expansion of ram-air parachute techniques, - ram-air basic training became more widespread. In the Hungarian Defence Forces (hereinafter: HDF) the RS–4/4 parachute was also the basic tool of the basic parachute training for several decades, until the summer of 2018, when the 'LA' version of the type retired at the end of its calendar life. Since that the American made MC–6 type has been the „conventional shaped” parachute of the HDF, which has been supported the fulfill of the training and operational parachute jumps since 2014.

**KEY WORDS:** round parachute, basic parachute training, RS–4/4, ZF–2

\* Nyugállományú alezredes. ORCID: 0000-0002-8133-9799

1. táblázat. A ZŰM-1, ZHM-1 és ZF-2 ejtőernyők főbb technikai paramétereinek összehasonlítása (A szerző szerkesztése [3; 221. o.] alapján)

Az ejtőernyők technikai paramétere	ZŰM-1 és ZHM-1 pilóta mentőernyők	ZF-2 fő ejtőernyő
Ejtőernyő-kupola felülete (m <sup>2</sup> )	40,5	57
Zsinórok száma (db)	24	28
Zsinórok hosszúsága (m)	5,3	6,4
Maximális teherbírás (kg)	130	130
Legkisebb nyitási magasság (m)	100	200
A teljes körbefordulásához szükséges idő (s)	10	8
A kupola előrehaladási (horizontális) sebessége (m/s)	4	3
Az ejtőernyő süllyedési (vertikális) sebessége (m/s). A zárójelben szereplő érték az ejtőernyőt terhelő tömeget jelenti, az ugró és az ejtőernyő össztömege	4,5 (80 kg) 5,5 (100 kg) 6,5 (130 kg)	3 (50 kg) 3,5 (80 kg) 6 (130 kg)



1. ábra. A ZF-2 ejtőernyő kupolája [4; 2. o.]



2. ábra. A ZF-2 ejtőernyő ereszkedés közben (Forrás: Gécz János)

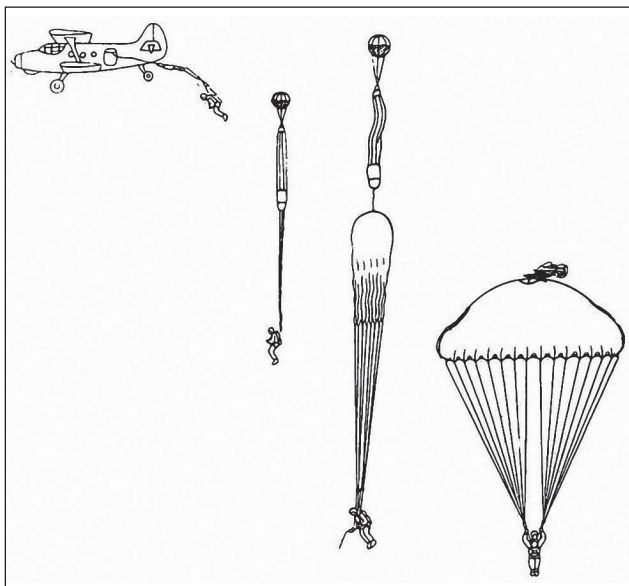
Swift 175 tartalék ejtőernyőre cserélték le. A teljes fejlesztési folyamat során a végleges változat eléréséig 62 tesztugrás történt, ezek többségét Gécz János végezte, illetve egy-két ugrásra lehetőséget kapott néhány más szakember, ejtőernyős oktató is. A ZF-2 fő ejtőernyő a hatósági eljárás lefolytatását követően 2002-ben kapta meg a típusalkalmassági bizonyítványt a légügyi hatóságtól, miután négy példányt gyártottak le az MRSZ Ejtőernyő Gyártó és Javító Üzemében (Para-Trade Kft., Székesfehérvár). A négy fő ejtőernyő közül egy fehér, egy piros, kettő pedig kék színben készült el. (2. ábra)

A ZF-2-t alapvetően tandem elrendezésű tok-heveder rendszerrel alakították ki, de igény szerint alkalmazható lett volna hagyományos háternyő-hasernyő elrendezésben is. A tandemtokos elrendezés miatt a fő ejtőernyő a légcéllás típusoknál megszokott háromkarikás leoldózárral csatlakozott a tok-heveder rendszerhez, hiszen meghibásodás/nyílási rendellenesség esetén, a tartalék ejtőernyő nyitását megelőzően a főernyőt le kellett oldani.

A kupola anyaga a dél-afrikai Gelvenor Textiles által gyártott PA-66 típusú nyolcszövet. A belső zsák anyaga batiszt vászon, amely hasonló az RS-4/4 ejtőernyőéhez, csak a kisebb kupolaméret következtében, értelemszerűen kisebb fizikai paraméterekkel.

Tartalék ejtőernyőként a ZT-2 szolgált. A tok-heveder rendszer az amerikai North American Aerodynamics (NAA) Centaurus tok-heveder rendszerből továbbfejlesztett, magyar Zenit tanuló tok-heveder lett. Az RS-4/4 típusú ejtőernyőhöz hasonlóan, a ZF-2 típus biztonsági rendszereként eredetileg az orosz PPK-U<sup>1</sup> nyitóautomata [5] funkcionált, de később áttértek a kornak megfelelő biztonsági rendszerek alkalmazására, így a Cypres 1<sup>2</sup> elektronikus biztosítókészülékre, valamint a tartalék ejtőernyő bekötőkötél (RSL<sup>3</sup>) használatára. A nyitási módok közül a ZF-2 bekötött és kézi kioldású nyitási rendszerekkel működött, ám volt elképzelés az igény szerinti stabilizátoros (fékernyős) nyitási módszer kialakítására is.





**3. ábra. A ZF-2 ejtőernyő nyílási folyamata bekötött rendszerű ugrásnál [4; 2. o.]**

**A ZF-2 MŰKÖDÉSE**

A ZF-2 ejtőernyő működése bekötött rendszerű nyitásnál: az ejtőernyős ugró gépelhagyását követően az ejtőernyős dobást biztosító repülőgépből rögzített bekötő kötélet kihúzza az ejtőernyő tokot lezáró teflonhuzalt a lezáró hurokból, majd a tok kinyílik. A bekötőkötélet a rugós nyitóernyőhöz rögzítő szakadó- (elemi-) szál elszakad, a rugós nyitóernyő a légáramba kerülve kihúzza a belső zsákban (kupolahuzat) elhelyezett ejtőernyő-kupolát, miközben a zsinórzat a kupolahuzaton található gumi fülecsekből lefűződik. A légáram hatására a nyitóernyő a kupoláról lehúzza a belső zsákot, és a kupola feltöltődik levegővel. (3. ábra)

A ZF-2 ejtőernyő működése kézi rendszerű nyitásnál (szabadeséses ugrás): az ugró a gépelhagyást, majd a szabadesést követően az adott magasságon a kézi kioldó fogantyút kihúzza, ezáltal a kioldón található teflonhuzal kicsúszik a lezáró hurokból. A tok nyílása után az ejtőernyő nyílási folyamata megegyezik a fentiekben ismertetettekkel.

**A ZF-2 UGRÁSHOZ TÖRTÉNŐ ELŐKÉSZÍTÉSE (HAJTOGATÁSA)**

A ZF-2 hajtogatása részben a körkupolás ejtőernyőknél megszokott módon, részben pedig a tandem elrendezésű ejtőernyőtök sajátosságainak megfelelően történt. Az ejtőernyő kupolájának ellenőrzése, szeleteinek felszedése, majd az ejtőernyő-kupola „harmadolása” után a kupolahuzat (belső zsák) kupolára történő felhúzása, majd a belső zsák lezárása következett. A kupolát és a belső zsákot egy 2 méter hosszúságú, merev felkötőszalag rögzíti egymáshoz. A zsinórzat ellenőrzés utáni felfűzése ismert módon, a belső zsákon elhelyezkedő gumifülecsek segítségével történt. (4. és 5. ábra)

Ezt követően (az RS-4/4 hajtogatásától eltérően) a tokon, annak 90°-kal történő elfordítása után kellett elhelyezni S-alakban a belső zsákban elhelyezkedő kupolát. A rugós nyitóernyő elhelyezése és a tok zárása jelentősen hasonlított a tanuló légcéllás ejtőernyőkéhez. (6. és 7. ábra)

A tanulmány szerzőjének alkalmá nyílt a típussal mind bekötött, mint kézi nyitású ejtőernyős ugrások végrehajtására. Saját tapasztalatok alapján az ejtőernyő irányítható-



**4. ábra. A ZF-2 ejtőernyő hajtogatása – a kupola felszedése [4; 8. o.]**



**5. ábra. A ZF-2 ejtőernyő hajtogatása – a zsinórzat felfűzése [4; 11. o.]**

sága – a kupola felépítésénél fogva (a kisebb kupolaátmérő, valamint az azon elhelyezett tolórés eredményeként) – észrevehetően jobb, mint az RS-4/4 típusnál megszokott. A nyílási terhelés hasonló, a süllyedési sebesség valamivel nagyobb, mint az RS-4/4 esetében, ám még viselhető (ez értelemszerűen az ejtőernyő terhelése és az aktuális meteorológiai viszonyok függvénye is).

Fontos megjegyezni, hogy a körkupolás ejtőernyőknél, így itt is különös hangsúlyt kap az ugrók fizikai felkészítése, ezen belül a láb izomzatának, ízületeinek fokozott megerősítése, valamint a földet érés helyes technikájának elsajátítása, gyakorlása.

Az ejtőernyő viselete, a tandem elrendezésű toknak köszönhetően lényegesen kényelmesebb, mint az RS-4/4 tí-





6. ábra. A ZF-2 ejtőernyő hajtogatása – tokra helyezés [4; 12. o.]



7. ábra. A ZF-2 ejtőernyő hajtogatása – a bekötött ugrásra behajtogatott ZF-2 [4; 16. o.]

pusú ejtőernyőé. Ez a „kényelem” különösen szabadesés során, a homorított, ún. box testhelyzetnél tapasztalható. A kézi kioldó és annak elhelyezése (csípőmagasság) megegyezik a tanuló légcellás rendszerekével, így alapját képezhette egy következő kiképzési szint (légcellás képzésnél a „kidobós” nyitóernyő alkalmazása) elérésének. A bekötött rendszerű ejtőernyős ugrásoknál a rugós nyitóernyőnek a bekötőkötélhez szakadó (elemi) szállal történő rögzítése biztonságosabbá tette a nyílási folyamatot (rossz, nem

kellően homorított kiugrási testhelyzet esetén a nyitóernyő esetleges lábra történő felcsapódásának, rácsavarodásának megakadályozása).

## ÖSSZEZÉS

Napjainkban a hagyományos körkupolás ejtőernyős kiképzés már elavultnak számít, ám a ZF-2 ejtőernyő rendszerrel elmondható, hogy – egyediségéből fakadóan (tandem rendszerű tok-heveder rendszer) – jó alapot biztosít(ott) a légcellás képzési ugrások megkezdését megelőzően.

Géczi János elmondása alapján – a korabeli árakat figyelembe véve – a teljes rendszer (beleértve a tok-heveder rendszert, a fő és a tartalék ejtőernyőt, illetve a Cypres elektronikus biztosítókészüléket), körülbelül annyiba került, mint egy akkoriban az MH által a Spekon GmbH-től beszerzett RS-4/4LA fő ejtőernyő. A ZF-2 ejtőernyő tok-heveder rendszere – kellő átalakítást követően – akár katonai felhasználásra, vagyis fegyverzet és felszerelés felfüggesztésére is alkalmas lehetett volna, természetesen a megnövekedett terhelésnek megfelelően nagyobb méretű fő ejtőernyő-kupolával felszerelve. Az MH a hagyományos háternyő-hasernyő rendszerben kis magasságú bekötött (deszant) ugrásokra tudta volna használni, illetve az eredeti Zenit tandem elrendezésű tokkal a szabadeséses ejtőernyős kiképzéshez alkalmazni.

Összességében a ZF-2 egy figyelemre méltó magyar kezdeményezés volt, nem utolsósorban a hazai, nagy múlttal rendelkező ejtőernyőgyártás tradícióinak egy érdekes típusa, amely a kellő továbbfejlesztések és sorozatgyártás követően mind katonai, mind polgári vonatkozásban több évtizedig szolgálhatta volna az ejtőernyőzés ügyét. [6]

A szerző ezúton fejezi ki köszönetét Géczi János ejtőernyős oktatónak a tanulmány elkészítése során nyújtott segítségéért.

## HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Dombi Lőrinc, *Selyemkupolák*, Budapest: Zrínyi Kiadó, 1993. 78. o.;
- [2] Szódi Sándor, „Az ejtőernyőzés áttekintése, története – A selyemszárnyak története.” Eje.hu, 2008. július 14. <https://www.eje.hu/com-akeeba/ejtoernyozes/tortenelem/15-az-ejtoernyozes-attekintese-tortenete-a-selyemszarnyak-tortenete/28-szovjetunio> (Letöltve: 2021.8.23.);
- [3] Hannel Sándor, Ozsváth Sándor, „Légijárművek mentőberendezései és azok jövőbeni fejlesztési irányai” *Katonai Logisztika* 22, 1. sz. (2013): 221. o.;
- [4] „A ZF-2 főejtőernyő leírása.” Magyar Repülő Szövetség Ejtőernyős Szakbizottság 2002.;
- [5] „PPK-U safety device” <https://ivparachute.ru/en/catalog/skydiving/safety-equipment/ppk-u/> (Letöltve: 2021.1. 12.);
- [6] Kovács Csaba, „Tanulmány a katonai ejtőernyőzésről” 2005 <http://www.kalasznyikov.hu/dokumentumok/ejetanulm.pdf> (Letöltve: 2021.8.23.).

## JEGYZETEK

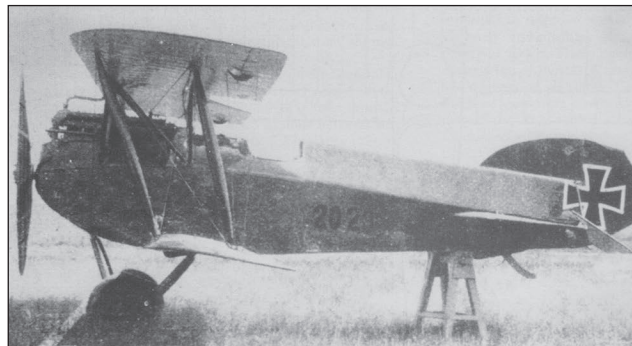
- 1 PPK-U (Парашютный Полуавтомат Комбинированный-Унифицированный – Kombinált, Egységes Ejtőernyős Félautomata).
- 2 CYPRES (Cybernetic Parachute Release System – Kibernetikus ejtőernyő-kioldó rendszer).
- 3 RSL (Reserve Static Line – tartalék ejtőernyő-bekötőkötél).

Czirók Zoltán\*

# A póttankos haditengerészeti vadászgépek rejtélyei

Az osztrák–magyar repülőcsapatok (k.u.k. Luftfahrtruppen) 1917-ben komolyan szenvedtek a megfelelő vadászgépek hiányától, a német tervezésű Hansa-Brandenburg D.I gépek ugyanis – szerkezeti problémáik miatt – képtelenek voltak betölteni ezt a szerepet. Az Albatros D.III licenccsere részben segítette a probléma megoldásában, ugyanakkor a Monarchia repülőgépgyárai is igyekeztek jó teljesítményű vadászgépekkel előrukkolni. Az előírt kívánalmakat az Aviatik D.I és a Phönix D.I típus tudta teljesíteni. Utóbbi – amelyet a Wien-stadlaui Phönix Flugzeugwerke A.G. gyártott – stabil, megbízható repülőgépnek bizonyult, a teljesítménye is megfelelő volt, a fordulékonyasága és mozgékonyasága azonban nem volt tökéletes. A gyár első körben további teljesítménynövelést próbált meg elérni, amelynek érdekében a 20.18 jelzésű prototípuson 130 kg-os tömegcsökkentést hajtottak végre. A könnyítésnek köszönhetően, a gép az 1917. december 19-i tesztek során 19 perc alatt érte el az 5000 méteres magasságot, szemben az októbertől sorozatban gyártott Phönix D.I-es 28 perces idejével. A repülőárzenál azonnal rendelt a vadászgépből, méghozzá nemcsak a 200 LE-s (147 kW), hanem 230 LE-s (169 kW) Hiero motorral szerelt változatból is, amelyek a Phönix D.II és D.III elnevezést

1. ábra. A Phönix 20.18-as prototípusa (Forrás: Boris Ciglić gyűjteményéből)



2. ábra. A 20.23-as prototípus az új törzskialakítással [1; 80. o.]

kapták. Magán a prototípuson 1918. január és április között további tesztek és beállítások végeztek el, majd a kiértékeléseket követően a Phönix D.III harmadik szériájába illeszkedve a 322.09 jelzést kapta, és a Campoformidóban működő vadászpilóta-iskolába helyezték. A témával foglalkozó korábbi szakirodalmak szerint 1918 szeptemberében – immár 230 LE-s motorral ellátva – a haditengerészetekhez küldték a Phönix gyár legújabb, D.III típusú vadászgépeinek megfelelő J.32 jelzéssel. [1; 79. o.] [2; 5. o.] A 322.09-est ugyanakkor az eredeti forrás szerint csak az 1918. október 21-i parancsra küldték a Boroević hadseregcsoporthoz működő tábori repülőiskolába, de azt a parancsot – a háború befejezése miatt – már szinte biztosan nem hajtották végre. [3]

A Phönix az 1918 júliusában tervezett vadászgép-bemutatóra öt újabb prototípussal rukkolt elő, amelyek közül három a D.II/D.IIIa vázának módosításaira épült, javítva a manőverezőképeséget, a teljesítményt, valamint a pilóta kilátását a fülkéből és a beépített géppuskák elérhetőségét. A 20.22-es prototípusról tudjuk, hogy a biztató repülőtulajdonságokkal rendelkező gép a július 17-i bemutatón lezuhant, maga alá temetve pilótáját. A 20.23-as annál ígéretesebben szerepelt, a 225 LE-s (165 kW-os) Daimler-motorral és mindkét szárnyán csűrőlapokkal felszerelt gép

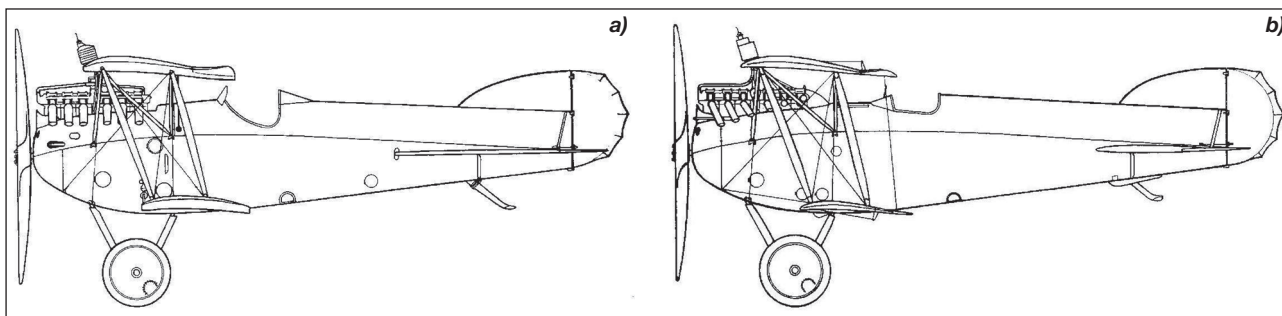
**ÖSSZEFOGLALÁS:** A nemzetközi repüléstörténeti szakirodalom az osztrák Phönix repülőgépgyár J.31 és J.32 jelzésű repülőgépeit mint a Phönix D.III típus egyetlen, az osztrák–magyar haditengerészet számára leszállított példányait jegyzi. A speciális póttankkal ellátott, „partvédelmi vadászok”-nak titulált gépek azonban teljesen más utat jártak be, és rövid pályafutásuk Magyarországon ért véget.

**KULCSSZAVAK:** vadászgép, Phönix, MAEFORT, katonai repülés

**ABSTRACT:** The international literature of aviation history refers to the aircraft marked J.31 and J.32 produced by the Austrian Phönix aircraft factory as the only examples of the Phönix D.III type delivered to the Austro-Hungarian Navy. However, the planes described as coastguard fighters with a special spare tank took a completely different route and got to Hungary, where their short career ended.

**KEY WORDS:** fighter, Phönix, MAEFORT, military aviation

\* Történész; hatósági ügyintéző, Vas Megyei Kormányhivatal Szombathelyi Járási Hivatal. ORCID: 0000-0002-8467-8817



3. ábra. Az átalakulás vázrajzon: a 20.18-assal megegyező Phönix D.I-es a) ábra és D.III-as vadászgépek b) ábra

nem kisebb személyek elismerését nyerte el, mint a legenda ászok: Benno Fiala von Fernbrugg<sup>1</sup> és Frank Linke-Crawford<sup>2</sup> főhadnagyok. Különösen a pilótafülke kialakítása tett rájuk nagy hatást. A harmadik prototípus a 422.23 számú Phönix D.IIa vadászgép mindkét szárnyon csűrőlapokkal ellátott verziója volt, amely szintén kitűnő adottságokról tett tanúbizonyságot a bemutatón, bár még a régi géptörzssel rendelkezett. Ez a példány J.21 jelzéssel a haditengerészethez került 1918 augusztusától, és a Cattarói-öböl, valamint Durazzo kikötőjének védelmében vetették be. A sikeres bemutató után a repülőarzenál két kísérleti vadászgépet rendelt, egyesítendő a bemutatott prototípusok előnyös tulajdonságait és előkészítve az új Phönix D.III típus sorozatgyártását. Ehhez két Phönix D.II-es vadászgépet használtak fel: a 122.12-es 20.28-as számot, míg a 222.03-as a 20.29-es számozást kapta az átalakításokat követően. [1; 80., 82., 85. o.] [4] [5]

Ez utóbbi gépekről nem ismertek fotók, így azt sem tudni, hogy milyen mérvű átalakításokat hajtottak végre a géptörzson. Azok a különbségek azonban, amelyek a 20.18-as prototípus és a J.32-es vadászgép küllemében mutatkoznak, rendkívül szembeűnők. A fennmaradt források ugyanakkor nem tesznek említést a 20.18-as jelentős átalakításáról, holott ez a számozás szerepel a J.32-es törzsén – az azonosságuk tehát nehezen kérdőjelezhető meg. Azt azonban nem tudni, hogy ezek a munkálatok még a világháború alatt, vagy azt követően történtek-e. A J.31-es eredetét illetően még ennél is nehezebb kapaszkodót találni. Külsőre teljesen megegyezik a J.32-essel, vagyis az egyedi póttankos kialakítás feltételezi, hogy egy időben készültek el. Ha a gyártás még a háború alatt történt, akkor egy másik prototípusról lehet szó (20.23, esetleg 20.28 vagy 20.29), ha utána, akkor lehetett a későbbi D.III-as sorozatgyártott példányok egyike. Ennek eldöntéséhez azonban valamilyen perdöntő dokumentumra lenne szükség.

Bár a jelenlegi nézetek szerint a J.31 és J.32 jelzésű D.III-asok a haditengerészet kötelékébe kerültek és a háború végéhez közeledve két magyar pilóta, név szerint Endresz György<sup>3</sup> és Fiedler Róbert<sup>4</sup> próbálta hazarepülni őket, a fényképek és írásos dokumentumok egészen másra utalnak. Igaz, hogy a két repülőgép a haditengerészet repülőcsapatainak festését és jelzésrendszerét viseli, ám ez legfeljebb azt jelenti, hogy ott kívánták őket alkalmazni. Akár el is szállíthatták a gépeket a gyárból, és el is érthettek valamelyik haditengerészeti légitámaszpontra, de kérdés, hogy onnan miképp kerültek (volna) vissza. A két magyar pilóta közreműködését ugyanis olyan fényképekre alapozzák, amelyeken Endresz Györgyöt a J.32 pilótaülésében, illetve mellett kapták lencsevégre, ám ezek a képek szinte biztosan Magyarországon készültek 1920-ban, hiába viseli a későbbi óceánrepülő a világháborús egyenruháját. Fiedler Róbert Graz melletti kényszerleszállásáról

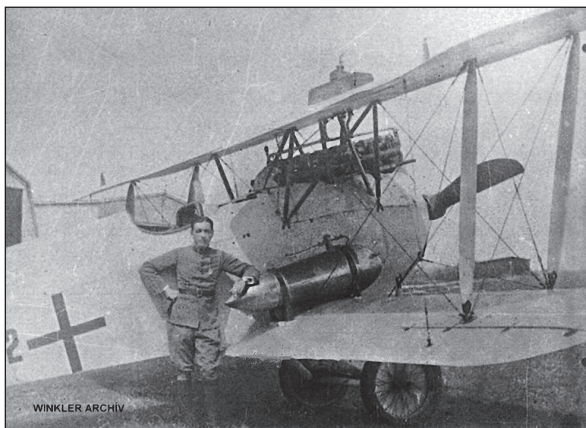
készült felvételek pedig valójában nem 1918 novemberében készültek, hanem közel két évvel később, ahogy ezt a korabeli újságcikkek bizonyítják. Emellett egyik pilóta sem szolgált a haditengerészetnél, tengerészeti gépekhez sem juthattak volna hozzá, Fiedlerrel ez különösen nem feltételezhető. Endresz a háború utolsó hónapjaiban az Albániában állomásozó 13. vadászrepülő-századnál (Flik 13/J) szolgált, Fiedler pedig az 1918 nyarán elvégzett vadászki-képzését követően a 43. vadászrepülő-századhoz (Flik 43/J) nyert beosztást, amely egység azonban soha nem került bevetésre. Mindenesre az meglehetősen bizonyossággal kijelenthető, hogy kettejük egy időben, egy helyen történő felbukkanására – méghozzá haditengerészeti bázison –, meglehetősen kis esély volt.

Kissé előreugorva az időben meg kell vizsgálnunk a magyarországi eseményeket, amelyek végül elvezethetnek a feltételezett megoldáshoz. A Tanácsköztársaság bukását, majd az ország repülőiparának kifosztását követően egy 1919. október 12-én napvilágot látott rendelettel igyekeztek szabályozni a feltámasztandó magyar repülőcsapatok rendszerét. A kellő számú pilóta, megfigyelő és kiegészítő személyzet mellett azonban az országban maradt, használható repülőgépek száma radikálisan lecsökkent, így mindössze Szegeden, Szombathelyen és Budapesten egy-egy repülőszázad (utóbbi repülőgépek nélkül), továbbá Siófokon egy repülőkülönítmény és Szegeden egy kiképzőszázad felállítására nyílt lehetőség.<sup>5</sup>

A Szegeden székelő ellenforradalmi kormány már 1919 nyarán intézkedéseket tett repülőgépek beszerzése érdekében a szomszédos Ausztriában, mivel az ottani repülőgépgyárak kiürítésével igyekeztek megszabadulni a készleteiktől. A Nemzeti Hadsereg repülőcsapatainak felszerelését a hadügyminiszter elképzelése szerint a likvidáló bi-

4. ábra. Endresz György a J.32 ülésében, a törzsön kivehető a 20.18-as szám (Forrás: Winkler Aero Archiv)





5. ábra. A J.32-es vadászgép Endresz Györggyel és magyar repülők csoportjával ugyanazon a repülőtéren – talán Rákoson (Forrás: Winkler Aero Archív)

zottság útján a bécsi Fliegerarsenalból lehetett volna megoldani, ennek ügyében meg is keresték az osztrák fővárosban tartózkodó gróf Bethlen Istvánt, akinek gróf Pálffy-Daun József<sup>6</sup> repülő százados volt a segítségére.

A Fővezérség 1919. július 27-én kelt beadványa szerint – amelyben a beszerzendő gépállománnyal kapcsolatos kívánságait részletezi – már rendelkeztek 10 géppel, vagyis ezek beszerzése, illetve megvásárlása már sikeresen megtörtént. A további nagy ívű terveket (összesen 50-55 db repülőgép vásárlása) azonban hamar fel kellett adni, mivel már az első 10 gép hazahozatala is komoly nehézségekbe ütközött. Szeptember 1-jén Vogt Valdemár<sup>7</sup> ezredes, a szegedi kormány bécsi katonai megbízottja jelentette, hogy 8 db indulásra kész repülőgép áll a Bécs melletti Hennersdorf magánrepülőtéren további utasításra várva, míg kettő együléses repülőgépet a Phönix repülőgépgyártól megvásároltak, ezek építése a befejezéséhez közeledik. [6] A repülőgépek Magyarországra történő átrepülésére azonban az osztrák blokádnak miatt csak 1920 elején nyílt lehetőség. Ez a művelet természetesen hivatalos, törvényes úton nem volt kivitelezhető, így – a szükséges pénzeszettek kiutalása után – a repülőgépeket át kellett csempészni Magyarországra. A gépeket hamis útlevelel ellátott magyar pilóták titokban repülték át Szombathelyre. [7]

Felmerül azonban a kérdés, hogy mi lett a sorsa annak a két együléses Phönix vadászgépnek, amelyek 1919. szeptember elején még nem voltak kész állapotban. Az egyik példány sorsa minden bizonnyal ismert az osztrák sajtóból. Napokig foglalkoztatta ugyanis nyugati szomszédunk újságíróit, hogy 1920. augusztus 5-én délben egy délkelet felől érkező repülőgép kényszerleszállást végzett a grazi

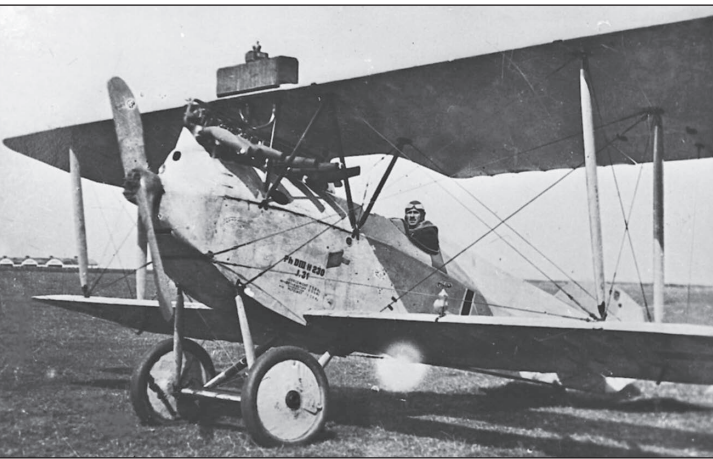
Lazarettfeld külső részén. A pilótát – aki állítólag fejfedő nélkül vezette gépét és mindössze egy hátizsák volt nála – a tüzérségi raktár őre azonnal elfogta. A rögtönzött kihallgatás során kiderült, hogy az együléses Phönix gépet Fiedler Róbert vezette, aki a papírjai szerint szegedi magánrepülő, és elmondása alapján a budapesti nemzetközi légiposta társaság kötelékében dolgozik. A magyar repülő azt állította, hogy Bruck an der Leithánál szállt fel és Szombathelyre tartott, ám a felhőben eltévedt és Graznál kötött ki. További kihallgatás céljából a rendőrségre szállították, ahonnan 7-én este elengedték, mivel rá nézve nem találtak semmilyen terhelő vagy gyanús dolgot. Fiedler végül háromnapos grazi tartózkodás után, másnap délben elhagyta a várost, és visszatérhetett az országba, miután visszakapta repülőgépét, amely az egyik újságcikk leírása szerint „a magyar felségjelzés mellett fehér alapon fekete genfi keresztet viselt”. [8]

Az eseményről készült fotók egyértelművé teszik, hogy Fiedler a J.31-est repülte át Graz mellől a magyar fővárosba, míg a másik vadászgépet már csak megérkezését követően fényképezték le Endresz Györggyel, és más repülők csoportjával.

A Fiedler Róbert által említett budapesti légiposta társaság a Magyar Aeroforgalmi Rt. (MAEFORT) volt, amely a katonai repülés szervezetrendszerének átalakítása, illetve polgári köntösbe bújtatása után a rejtett katonai repülés szerve volt. A MAEFORT kapta azt a feladatot is a trianoni békeszerződés életbe lépésének árnyékában, hogy a tulajdonában lévő repülőgépeket és minden anyagot, amely egy repülőcsapat működtetéséhez és fenntartásához szükséges, olyan biztonságos helyekre szállítsa, ahol a

6. ábra. J.31-es a grazi kényszerleszállást követően (Forrás: Winkler Aero Archív)





7. ábra. A Phönix J.31-es vadászgép Grazban, minden bizonnyal Fiedler Róberttel a pilótaülésben (Forrás: Winkler Aero Archív)



8. ábra. A J.31-es valószínűleg a mátyásföldi repülőgéphan-gárban (Forrás: Winkler Aero Archív)

Szövetségekzi Katonai Ellenőrző Bizottság ellenőrei nem találhatják meg. Az „E-akció” néven futó rejtés folyamata a három repülési központot: a szegedi, a szombathelyi és a budapesti repülőállomást, valamint a repülőgépgyárakat és az anyagszertárakat érintette. Az itt fellelhető anyagokat kellett megmenteni egy majdan felállítandó, illetve újraformálódó repülőcsapat számára.<sup>8</sup>

Szegeden, a rejtés első fázisában a jó állapotban, de használaton kívül lévő egyszékes vadászrepülőgépeket és különféle repülőgép-motorokat szállították el a megfelelőnek ítélt rejtékhelyekre. A fennmaradt szegedi századnaplóból ismert, hogy 1921. március 1-jén 15.00-kor indult egy különítmény három repülőgéppel a javítóműhelyből a repülőtértől 19 km-re fekvő Gárgyán-majorba, a rejtési munkálatokkal 23.00-kor végeztek. Az említett napon elrejtett két másik egyszékes mellett a H-PD.1 jelzésű vadászgép – amely a jelölés alapján feltételezhető, hogy a Phönix által gyártott gép volt – szintén a majorba került. Ugyancsak említi a századnapló, hogy április 21-én este a korábban a Tóth-majorba rejtett hét vadászgépet a Szücs-féle pincékbe fuvarozták át, ám mivel a pince bejárata alacsonynak bizonyult, a repülőállomás tisztviselői már délelőtt leástak mintegy 90 cm-t, és egy befelé vezető rámpát építettek. A pince visszafalazásával ért véget a feladat hajnali 4.30-kor. A vadászgépek típusai: 5 db Fokker D. VII, 1 db Aviatik D. I és 1 db Phönix – vagyis itt már biztosan előkerül egy Phönix egyszékes. [10] Itt merül fel először és egyetlen alkalommal magyarországi írott forrásban az a tény, hogy a hazai repülőcsapatok rendelkeztek egyszékes Phönix vadászgéppel.

A századnapló bejegyzése alátámasztja azokat a fényképeket és egyéb információkat, hogy a J.31-es és J.32-es valóban Magyarországra kerül(het)tek.

Az eldugott repülőanyag a helytelen, illetve elönytelen tárolás miatt az évek során – a rendszeres karbantartás ellenére – olyan mértékben károsodott, és olyan rossz állapotba került, hogy a fából készült részek használhatatlanná váltak. A nehezen megszerzett és megőrzött, értékes repülőgépek tehát az enyészeté lettek, és minden bizonnyal a póttankos vadászgépek is erre a sorsra jutottak. A fennmaradt dokumentumok között, a későbbiekben már nem lehet a nyomukra bukkanni.

#### HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Grosz, Peter M., Haddow, George, Schiemer Peter. *Austro-Hungarian Army Aircraft of World War One*. California: Mountain View, 1993.;
- [2] Bernhard Tötschinger – Walter Schroeder: Phönix Marine-Jagdeinsatz. ÖFH Nachrichten Sonderheft Nr. 10. Wien, 1983.;
- [3] Österreichisches Staatsarchiv-Kriegsarchiv. Luftfahrtarchiv, Tagesbefehle der k.u.k. Fliegerarsenals. (21.10.1918)
- [4] Jan Zahálka – Petr Aharon Tesař – Sigmund Tyrlík: Phönix D.I – D.III. Hradec Králové, 2005. 11–12. o.;
- [5] Peter Schupita: Die k.u.k. Seeflieger. Koblenz, 1983. 242–244. o.;
- [6] HM-HIM Hadtörténelmi Levéltár (továbbiakban: HL), Vezérkari Főnökség iratai. I. csoport. 1638/I. b. – 1919. 1. d.;
- [7] HM-HIM HL, Tanulmánygyűjtemény, 2787. *Vesztényi János: A magyar katonai repülés 1920–1945*. 39. o.;
- [8] Notlandung eines ungarischen Flugzeuges bei Graz. = Neues Grazer Tagblatt, 1920. augusztus 6., 5. o.; Zur Festnahme des ungarischen Fliegers. = Neues Grazer Abendblatt, 1920. augusztus 6., 3–4. o.; Tagesbericht. = Grazer Tagblatt, 1920. augusztus 9., 3–4. o.; Tagesbericht. = Neues Grazer Morgenblatt, 1920. augusztus 10., 1. o.; Festnahme eines ungarischen Fliegers bei Graz. = Neue Freie Presse, 1920. augusztus 8., 11. o.;
- [10] Századnapló (másolat a szerző birtokában). 1921. március 1-jei és április 21-i bejegyzések.

#### JEGYZETEK

- 1 Benno Anton Josef Maria Fiala Ritter von Fernbrugg (1890–1964) az Osztrák–Magyar Monarchia repülő ásza.
- 2 Frank Linke-Crawford (1893–1918) az Osztrák–Magyar Monarchia negyedik legeredményesebb vadászpilótája.
- 3 Endresz György (1893–1918) az első világháború vadászpilótája; óceánrepülő.
- 4 Fiedler Róbert (1891–?). 1. világháborús vadászpilóta, később autóversenyző és repülőoktató.
- 5 A szervezetrendszerhez és egyéb részletekhez lásd: Czirók Zoltán, „A magyar repülőcsapatok 1918–1918. évi történetéhez” *Hadtörténelmi Közlemények*, 2009/3. 603–634. o.
- 6 Teanói herceg, erdődi gróf Pálffy-Daun József (1892–1963), az 1. világháborúban tüzerként, majd a repülőcsapatoknál megfigyelő.
- 7 Vogt Valdemár (?–?) 1919-ben a szegedi kormány bécsi katonai megbízottja, 1923-tól tábormok.
- 8 A rejtés folyamatának részleteihez lásd: Czirók Zoltán, „Az „E-akció”, avagy kísérlet a magyar katonai aviatika megmentésére – 1920–1921” *Hadtörténelmi Közlemények*, 2013/3. 791–801. o.

## CONTENTS

### STUDIES

Data fusion remote sensing procedures using UAVs	2
The 84 mm Carl Gustaf multirole recoilless weapon system, Part 2	9
The artificial intelligence and the armed forces – The development history of artificial intelligence, Part 1	17
Certain modulation solution of 5th generation wired and wireless networks, Part 1	23

### INTERNATIONAL MILTECH REVIEW

Continuation of the iMUGS PESCO program in Riga	28
Precision strike, the farther away, and more accurately	32
Kinetic and cyber devices in critical infrastructure protection	36
International conference in Buda	36
Defence Market Trends in the 21st Century and Opportunities for the European Defence	37

### SPACE ACTIVITIES

The potential applicability of nanosatellites in defence and security space operations, Part 2	42
--	----

### DOMESTIC SURVEY

New possibilities of military application of containers, Part 1, <i>Domestically produced collapsible container systems in the armed forces</i>	50
Influencing factors of vehicle motion on terrain – mechanical properties and testing of soil, Part 2	56
The classified field network of the Hungarian Defence Forces given new capabilities	60

### MILTECH HISTORY

Bicycle units in the common forces of Austro-Hungarian Monarchy, Part 2	64
The ZF-2, a forgotten Hungarian parachute	68
Mysteries of navy fighters with drop tank	72

## INHALTVERZEICHNIS

### STUDIEN

Datenfusions-Fernerkundungsverfahren mit kleinen unbemannten Luftfahrzeugen	2
Die 84 mm reaktive Panzerbüchse "FFV Carl-Gustaf", Teil II.	9
Künstliche Intelligenz und Kriegsmacht – Die Geschichte der Entwicklung der künstlichen Intelligenz Teil I.	17
Einige Modulationslösungen für drahtgebundene und drahtlose Netzwerke der fünften Generation Teil I.	23

### INTERNATIONALE WEHRTECHNISCHE RUNDSCHAU

Fortsetzung des Programms "iMUGS PESCO" in Riga.	28
Besondere Fähigkeiten der Kampfdrohne "MQ-9" <i>Präzise Militärschlag aus möglichst großer Entfernung</i>	32
Kinetische und Cyber-Geräte beim Schutz kritischer Infrastrukturen <i>Internationale Konferenz in Buda</i>	36
Trends und Möglichkeiten auf dem Verteidigungsmarkt des 21. Jahrhunderts für den europäischen Verteidigungssektor	37

### RAUMFAHRTTECHNIK

Anwendbarkeit von Nanosatelliten in Verteidigungs- und Sicherheitsraumoperationen, Teil II.	42
---	----

### HEIMATSCHAU

Neue Möglichkeiten für den militärischen Einsatz von Containern, Teil I. <i>Inländische Klappcontainer in der Armee</i>	50
Einflussfaktoren auf die Bewegung von Geländefahrzeugen – Mechanische Eigenschaften und Prüfung des Bodens Teil II.	56
Das Feldteilnetz des ungarischen Armee erhielt eine neue Fähigkeit	60

### GESCHICHTE FÜR WEHRTECHNIK

Fahrradtruppen in den gemeinsamen Verbände der österreichisch-ungarischen Monarchie, Teil II.	64
"ZF-2", ein vergessener ungarischer Fallschirm	68
Geheimnisse der Marineflugzeuge mit Abwurf tank	72

**A címképünkön:** Az iMUGS PESCO program rigai állomásán bemutatkozott az FN HERSTAL deFNder Light távirányított fegyverrelváltó és ROSY ködgránátvetővel felszerelt TheMIS UGV (Fotó: *Ocskay István*)

**Borító 2:** Fent: Az amerikai Vertical Technologies DeltaQuad Pro VTOL (helyből felszállni képes) drónja, amellyel a közeljövőben 5G-s adatkapcsolat alkalmazásával tervezik a lett vasúthálózat feltérképezését (Forrás: *LMT Innovations*)

Középen: A lett különleges műveleti erők épületátvizsgálási tevékenységét segítő quadrokopter bevetés közben (Forrás: *LMT Innovations*) Lent: A lett különleges erők katonája, kezében a Teledyne FLIR System cég Black Hornet 3 Personal Reconnaissance Systems (PRS) 33 gramm tömegű drónjával (Forrás: *www.flir.eu*)

**Borító 3:** A 84 mm-es Carl-Gustaf HSN többcélu fegyverrendszerrel az irányzó mind a négy elfogadott testhelyzetből (álva, térdelve, fekvő és ülve is tüzelhet). A Magyar Honvédség számára biztosított konfigurációjában az M4-est az 557B jelű optikai irányzókkal szerelik fel, amely 3-szoros nagyítással és mintegy 12,5 fokkal látószöggel rendelkezik (Fotók: *Birinyi József*)

**Poszter:** PzH 2000 (Fotó: *KMW*) (Az önjáró löveg főbb harcászati-műszaki adatait tartalmazó táblázatot a 49. oldalon közöljük.)

### Szerzőink figyelmébe

A szerkesztőség két független lektorral ellenőrizteti a beküldött kéziratokat és plágiumellenőrzésnek veti alá azokat. A cikkeknek tartalmaznia kell: egy max. 6-10 soros összefoglalást és 5 kulcsszót magyar és angol nyelven is, illetve a cím angol nyelvű fordítását. Lapunk szerzőinek nevénél lábjegyzetben fel kell tüntetni: a szerző e-mail címét és Orcid azonosítóját ([www.orcid.org](http://www.orcid.org) oldalon kérhető), továbbá a szerző munkahelyét, intézményi kötődését angol és magyar nyelven (illetve tudományos fokozatát – ha ilyenrel rendelkezik). A kéziratot csak a felhasználó irodalmak megjelölésével fogadjuk el. Ha a hivatkozott irodalmi forrás rendelkezik DOI azonosítóval, azt kérjük feltüntetni.

A hivatkozásokra vonatkozó szabály, hogy egyetlen olyan forrás se szerepeljen a felhasználó irodalom jegyzékében, amelyre a szerző a törzsszövegben nem hivatkozik. A szerzői jogra (copyright) vonatkozó jogok és kötelezettségek, továbbá a tiszteletdíj a kiadói szerződésben kerülnek szabályozásra. A cikkeket a [haditechnika@hm.gov.hu](mailto:haditechnika@hm.gov.hu) e-mail-címre várjuk. A Haditechnika folyóirat cikkeket a szerkesztőség feltölti a Magyar Tudományos Művek Tárába, emellett az elmúlt több mint 50 év lapszámai elérhetők az MTA REAL-J repozitóriumban: <http://real-j.mtak.hu/view/journal/Haditechnika.html>

### Előfizetés

Éves előfizetési díj 3120 Ft.

Előfizetésben terjeszti a Magyar Posta Rt. Hírlap Üzletága, 1008 Budapest, Orczy tér 1. Előfizethető valamennyi postán, kézbesítőknél,

e-mailen: [hirlapelofizetes@posta.hu](mailto:hirlapelofizetes@posta.hu), faxon: 303-3440, Stúdió könyvesbolt 1138 Bp., Népfürdő u. 15/D, telefon/fax: 359-1964, 359-6461, HM Zrínyi Nonprofit Kft. Ügyfélszolgálat

Budapest II., Fillér u. 14. Levélcím: 1276 Budapest 22, Pf. 85 telefon/fax: 212-4540

e-mail: [ugyfelszolgalat@hmzrinyi.hu](mailto:ugyfelszolgalat@hmzrinyi.hu) További információ: 06 80/444-444

A folyóirat 2005-2015 közötti példányai megrendelhetőek a Zrínyi webshopban ([www.hmzrinyi.hu/termekek/magazinok](http://www.hmzrinyi.hu/termekek/magazinok)).

## A Haditechnika megvásárolható

Lira Könyvárúhá, Récsei Center 1146 Bp., Istvánmezei út 6., telefon: 411-1543

Stúdió könyvesbolt 1138 Bp., Népfürdő u. 15/D, telefon/fax: 359-1964, 359-6461

HM Zrínyi Nkft. Ügyfélszolgálat

Budapest II., Fillér u. 14.

Nyitvatartás: H.–P: 9:00–16:30 óra [ugyfelszolgalat@hmzrinyi.hu](mailto:ugyfelszolgalat@hmzrinyi.hu)



# IRANYASEREG.HU

A MAGYAR HONVÉDSÉG KARRIEROLDALA

TARTOZZ KÖZÉNK ÉS  
VÁLASZD A BÁTRAK ÚTJÁT!

