

A múlt, a jelen és a jövő fegyverei

HADITECHNIKA

2021/6

LV. évfolyam 6. szám

Ára 520 Ft

A Zlin 242L kiképző repülőgép



Leopard 2A4 posztermelléklettel!

A MAGYAR HONVÉDSÉG MŰSZAKI-TUDOMÁNYOS ÉS ISMERETTERJESZTŐ FOLYÓIRATA

2021/6. szám.
LV. 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:
Benkő 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 [kibervédelmi])
Dr. Koller József dandártábornok (MH 86. SZHB)
Könczöl Ferenc ezredes (MH 12. ALRE)
Lengyel Csaba ezredes
(MHP HSZ [százföld])
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, MÜOSZ, TÚK)

Katonai szerkesztő:
Druzsán József őrnagy
(MH TP, MHTT, TÚK, MKLE)

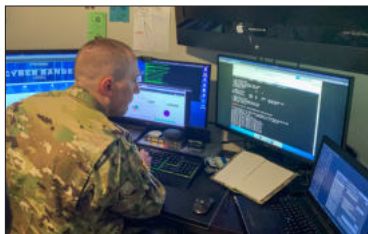
Úrtechnika rovatvezető:
Dürr János Béla MSc (MH MI, TÚK)

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

Kiadja
a Honvédelmi Minisztérium Zrínyi Térképészeti
és Kommunikációs Szolgáltató Közhasznú
Nonprofit Kft.
Székhely: 1087 Budapest, Kerepesi út 29/B
Telephely: 1024 Budapest,
Szilágyi Erzsébet fasor 7-9.
Postacím: 1276 Budapest 22, Pf. 85
Telefon: 336-2030, Fax: 336-2035

FÓKUSZBAN

Dr. Gulyás Attila: Gondolatok
az infokommunikációs hálózati
szolgáltatásokról 7



Dr. Novoszáth Péter: A bolygók
radarszillagászati vizsgálata 32



Prof. dr. Kiss Péter – Kiss Botond
Levente – Böröczky András:
A terepi járműmozgást
befolyásoló
tényezők I. rész 42



Sőregi Zoltán: Kerékpáros
csapatok az Osztrák-Magyar
Monarchia közös alakulatainak
kötélékében I. rész 64



TANULMÁNYOK

Dr. Németh András – Virágh
Krisztián: Virtuális valóság és
haderő – katonai alkalmazási
lehetőségek V. rész 2
Dr. Földi Ferenc – Lőrincz János –
Vigh János: A 84 mm-es
Carl-Gustaf HSN többcéltű
fegyverrendszer I. rész 13

NEMZETKÖZI HADITECHNIKAI SZEMLE

Ocskay István: Észtt robotikai
innováció 21

ÚRTECHNIKA

Horváth Attila: Nanoműholdak
alkalmazhatósága védelmi
és biztonsági célú
űrműveletekben I. rész 26

HAZAI TÜKÖR

Balla Tibor – Gáspár Tibor: Zlin
Z 242L és Zlin Z 143LSi típusú
repülőgépek integrálása a
Magyar Honvédség újraindult
pilótaképzésébe 38
Kelecsényi István: Hazai
haditechnikai fejlesztések
és beszerzések bemutatkozása
a kecskeméti repülőnapon 47
Dóczy István: Az Ejder Yalçin
Block 4+ verzió harcjárművek
kommunikációs integrációja
nemzetközi környezetben 51
Dr. Hlavicka-Laczák Lili Eszter –
Dr. Hlavicka Viktor – Prof. dr.
Károlyi György – Dr. Hajdú
Ferenc – Dr. Salem Georges
Nehme – Vozsech István: Beton-
szerkezetek károsodása lövedék-
becsapódás hatására II. rész 56
Domán László: A repülőfedélzeti
ZU-M típusú elektronikus
hangolóblokk 60

HADITECHNIKA-TÖRTÉNET

Dauner Bernát: A nagyhatalmak
vegyiharcanyag-fejlesztései
a két világháború között 67

HT összesített tartalomjegyzék,
55. évfolyam, 2021. 74

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.
<https://haditechnika.hu>; <https://www.facebook.com/HTfolyoirat/>
INDEX: 25381 ■ ISSN 0230-6891 (Nyomtatott) ■ ISSN 1786-996X (Online)



43. ábra. VR-rendszer alkalmazása az Egyesült Királyság haderejében. A VR-alapú szimulációk minden haderő- és fegyvernem számára kínálnak korszerű megoldásokat a kiképzés hatékonyságának növelése érdekében [111]

Dr. Németh András* – Virágh Krisztián**

Virtuális valóság és haderő – katonai alkalmazási lehetőségek V. rész

A virtuális valóság (VR) történetét áttekintő sorozat előző részeiben a szerzők részletesen bemutatták azokat a technikatörténeti állomásokat, amelyek lehetővé tették e széleskörűen alkalmazható elektronikus technológia 21. századi, hétköznapi alkalmazását. A sokszínű polgári alkalmazás után a szakemberek a 4. részben megkezdtek a haderőben történő felhasználási lehetőségek részletes ismertetését. A jelen 5. rész a virtuális vezetési és irányítási központok típusait és működési elveit, a pilóta nélküli légi járművek új feladatait (célmegjelölés, hírszerzés, megfigyelés, harctéri kutatás és mentés, elektronikai és információk hadviselés) mutatja be, valamint új területként elemzi a katonai egészségügyi ellátás feladatkörét.

VIRTUÁLIS VEZETÉSI ÉS IRÁNYÍTÁSI KÖZPONTOK

A haderő szerveződésének és működésének alapja a fegyelem, és a szigorú, egyértelmű alá-fölé rendeltségi viszonyok. A hierarchikus rendszerben az egyes vezetési szinteken végbemenő döntéshozatali mechanizmusokat horizontális és vertikális irányú információáramlások befolyásolják. Ezek sebessége és minősége alapjaiban határozza meg a vezetés időciklusát. A hagyományos vezetési struktúrában, katonai műveletek során az alegységek, egységek tevékenységét irányító törzsek fizikailag is egy helyen, a vezetési ponton tartózkodnak annak érdekében, hogy az egyes szaktevékenységek összehangolása, és a parancsnok döntéshozatalának naprakész információkkal történő támogatása a lehető leghatékonyabban biztosítható legyen. A vezetés fizikai térben történő centralizáltsága ugyanak-

kor sokszor komoly biztonsági kockázatot is jelenthet, ami miatt érdemes megfontolni a vezetési pontok virtuális térbe történő költöztetését. Ez a megoldás különösen indokolt lehet nagyobb kiterjedésű, és/vagy széles körű nemzetközi együttműködéssel megvalósuló katonai műveletek során. VR-technológia alkalmazásával lehetőség nyílik egymástól akár fizikailag távol eső vezetési elemek összekapcsolására virtuális vezetési és irányítási központok kialakításával.

Az erre irányuló kezdeti próbálkozások sorából érdemes kiemelni a Lionhearth Technologies vállalat Virtuális Vezetési Pont (VCP – Virtual Command Post) termékét, amely a '90-es évek második felében úttörője volt ennek a területnek. Fontos jellemzője volt a C4I (Command, Control, Communications Computers, Intelligence – vezetés, irányítás, kommunikáció, számítástechnika, hírszerzés) rendszerekre alapozott mobilis, interaktív, valós idejű együttműködési lehetőségének a megteremtése. Ezt a következő formában oldották meg: adott volt egy virtuális tér, ami egy irányítási központot (épületet) jelenített meg. Itt az együttműködési környezetet a központi termék biztosította, de lehetőség volt meghatározott funkciójú egyéni szobák – mint például térképszobák, vagy eligazító termek – kialakítására is. A felületen hozzáférhetővé tették a C4I rendszerek adatbázisai által szolgáltatott információkat is. A vezetésben, irányításban részt vevő, a valóságban egymástól távol lévő felek ugyanabban a virtuális térben tevékenykedhettek, kommunikálhattak egymással, és a HMD-eszközök segítségével akár láthatták is egymást. A vezetési ponton belül lehetőség volt adott helyszínekről, eseményekről, incidensekről képeket, videókat, felderítési jelentéseket megjeleníteni, azokat közösen kiértékelni, majd az eredményeket továbbítani a parancsnok, a döntéseket követően

* Alezredes, tanszékvezető, egyetemi docens, Nemzeti Közszerológati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Elektronikai Hadviselés Tanszék. ORCID: 0000-0003-2397-189X

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



44. ábra. A Virtuális Vezetési Pont központi terme [112]

összeállított parancsokat pedig az alárendeltnek felé. A valós idejű együttműködés alapvető feltétele a megfelelő adatátviteli sebesség biztosítása a késleltetések elkerülése érdekében. [94] Talán a kiszolgáló hálózat, az átviteli csatornák, és a kezdetleges technikai megoldások, illetve grafikai megjelenítés (44. ábra) volt az oka annak, hogy a VCP használata végül nem terjedt el a gyakorlatban.

Az USA-ban 2004-től használatban lévő Jövő Vezetési Pontja (CPOF – Command Post of the Future) rendszert a Fejlett Védelmi Kutatási Projektek Ügynöksége (DARPA – Defense Advanced Research Projects Agency) és több vállalat együttműködésével hozták létre. Ez egy alapvetően tervezési feladatok támogatására, digitális térképi felületen történő vizualizációs funkciók megvalósítására létrehozott virtuális harcászati környezet, amelynek elsődleges célja, hogy a különböző szintű katonai szervezetek között biztosítsa az információáramlást és a parancsnoki elgondolás alárendeltnek számára történő bemutatását. A rendszer teljes körű kétirányú kommunikációt tesz lehetővé a részt vevő felek között, amelynek eléréséhez a kiépítés alatt nagy hangsúlyt fektettek az átviteli csatornák fejlesztésére az információs fölény feltételeinek megteremtése érdekében. A vizualizációs platform a 2D-s és 3D-s térképeken történő megjelenítést egyaránt támogatja. Lehetőség nyílik hang- és képanyagok megosztására, amelyekkel – azokat interaktív módon megszerkesztve – akár valós időben is tudunk dolgozni. A rendszer működtetésének hardveres feltételei asztali számítógépekkel, laptopokkal és egyéb hálózati csatlakozásra alkalmas eszközökkel biztosíthatók. [95] A VCP és a CPOF összehasonlítása során két jelentősebb különbség fedezhető fel. Az egyik, hogy a CPOF nem törekszik immerzív élmény nyújtására, hanem esetében egy képernyőn keresztül szemlélhető virtuális környezetről beszélünk, amelynek a felhasználó nem részese, csupán külső szemlélője, és amelyben az adatok, információk megosztása történik a többi résztvevővel. Ezzel szemben a VCP az ezredforduló technikai színvonalának megfelelően mindent elkövetett a felhasználók virtuális környezetbe történő integrálása érdekében. A másik különbség abban rejlik, hogy amíg a Virtuális Vezetési Pontot C4I rendszerekre alapozták, addig a Jövő Vezetési Pontja maga is egy integrált vezetés-irányítási rendszerként aposztrofálható.

Bár a CPOF már egy több mint 15 éves technológia, az érdeklődés iránta az idő múlásával sem csökkent, sőt a fejlesztők egyre hasznosabb, új funkciókkal frissítik a rendszert. Jelenleg egy olyan programnak is részét képezi, amelynek célja a vezetési és irányítási központok átfogó modernizációja. Ennek eredményeként a Command Post of the Future-t a jövőben felváltja majd a Command Post



45. ábra. Vezetési pontok üzemeltetése [113]

2025, ami az elődjénél sokkal korszerűbb, és ezáltal várhatóan hatékonyabb is lesz. Eszköztárát a kor kihívásaihoz igazodva kibővíti majd különböző IoT- (Internet of Things – Dolgok Internete) rendszerek csatlakoztatásának lehetőségével, és a kapcsolódó felhőszolgáltatásokkal. A szoftvert a Vezetési Pont Programozási Környezete (CP CE – Command Post Computing Environment) platformján alakítják ki, és olyan modulokat is magába foglal majd, mint a logisztikai, hírszerzési, vagy a műveleti modulok. Bizonyos folyamatok automatizálását is tervezik annak érdekében, hogy kevesebb emberre legyen szükség az ilyen típusú vezetési pont üzemeltetéséhez, ezáltal mobilisabbá válhat a rendszer. [96] A 45. ábrához tartozó, QR-kóddal megtekinthető videó segítségével betekintést nyerhetünk a VR vezetési pontok tervezése során megoldandó problémákba is.

PILÓTA NÉLKÜLI LÉGI JÁRMŰVEK

A pilóta nélküli légi járművek (UAV – Unmanned Aerial Vehicle), pontosabban az operátorok által távolról vezérelt, vagy autonóm módon feladatot végrehajtó, személyzetet a fedélzetén nem hordozó repülő eszközök, manapság egyre nagyobb népszerűségnek örvendenek. A sokak által csak drónként emlegetett eszközök fogalmkörébe tartoznak a mindössze néhány grammos nano-UAV-k és a többszáz kilogrammos, akár 40 méteres fesztávolságú szárnyakkal rendelkező járművek egyaránt, amelyek készülhetnek merevszárnyas, forgószárnyas, vagy hibrid kivitelben is, különböző meghajtásokkal, repülésbiztonságot segítő szenzorrendszerekkel. Az eltérő konstrukciók alkalmazása természetesen más-más területeken és céllal lehetséges. [97]

46. ábra. Az amerikai légierő által alkalmazott Predator [114]



Az UAV-kat kezdetben a katonai területen kényes célpontok likvidálására, harci és felderítési információk szerzésére alkalmazták a harcászati szinttől egészen a stratégiai szintig annak érdekében, hogy hozzájáruljanak az összadattörzés felderítéshez. Napjainkra a feladatrendszerük kibővült, több légi járművet helyettesítve látják el például a célmegjelölés, hírszerzés, megfigyelés, harctéri kutatás és mentés, elektronikai és információk hadviselés feladatait. Ezen felül a közigazgatásban, rendészetben, katasztrófavédelemben is fontos szerephez juthatnak például a csomagszállítás, járőrözés, helyszínbiztosítás, kutatás-mentés, tűzfészek lokalizációja területén. [98] Feladatrendszerük folyamatosan bővül, a jövőben pedig az UAV-kat a fentiekén túl egyre szélesebb körben alkalmazhatják majd, például az egészségügyben vagy a mezőgazdaságban. A számos megvalósítható funkció, a technológiai fejlődés, a repülésbiztonság növekedése, valamint a gyártási költségek csökkenésének következtében fellendülés mutatkozik a kereskedelmi célú UAV-k piacán is. [99] Az UAV-kat olyan, a korábban felsorolt feladatoktól eltérő területeken is alkalmaznak például a jövő „okosvárosaiban”, mint például a közlekedés, a tömegirányítás, a károsanyag-kibocsátás szabályozása, személy- és áruszállítás (pl. dróntaxik), vagy a heterogén rendszerek közötti koordináció. [100] [101]

Az urbanizáció következtében napjainkban a Föld lakosságának már több mint 55%-a él városokban, és becslések szerint 2030-ra az arány eléri majd a 66%-ot. [102] Ez egyrészt katonai szempontból a városi környezetben végrehajtott műveletek számának emelkedését feltételezi, másrészt növekvő igény jelentkezik majd a mesterséges intelligenciával (AI – Artificial Intelligence) ellátott UAV-k iránt, különös tekintettel a különböző felismerő, azonosító és követőrendszerekre. Az ilyen képességekkel felruházott drónok a felderítést emberi beavatkozás nélkül, önállóan is végre tudják majd hajtani. Az eszközök által szerzett adatokat egy adatgyűjtő, feldolgozó, értékelő-elemző és szétosztó központba (akár a korábban tárgyalt virtuális vezetési és irányítási központokba) továbbítják, majd a különböző feladatok során felhasználják (pl. célpontok, célobjektumok azonosítására). Napjainkban, és a jövőben egyre inkább az ilyen eszközök irányításában, illetve a rögzített és továbbított képek, felvételek vizualizációjában alapvetően a különböző VR/AR-szemüvegek HMD-k képességeire támaszkodhatunk. Ugyanakkor a drónok, drónrajok segítségével a jövőben lehetőség nyílik akár a harctér virtuális 3D-s modelljének gyors és pontos, georeferált formában történő előadására, majd a harchelyzet kvázi valós időben, VR-környezetben való megjelenítésére (virtuális terepszíntér), ami forradalmasíthatja a saját és az ellenséges erők követését, ezáltal jelentősen hozzájárulhat az utánpótlási és támogatási feladatok megszervezésének, a vezetés

hatékonyságának növeléséhez. [103] A megoldás technikai alapjai már léteznek, egy variáció, több más VR katonai alkalmazással együtt a 47. ábrán, QR-kód segítségével megtekinthető demó videón megtekinthető.

KATONAI EGÉSZSÉGÜGYI ELLÁTÁS

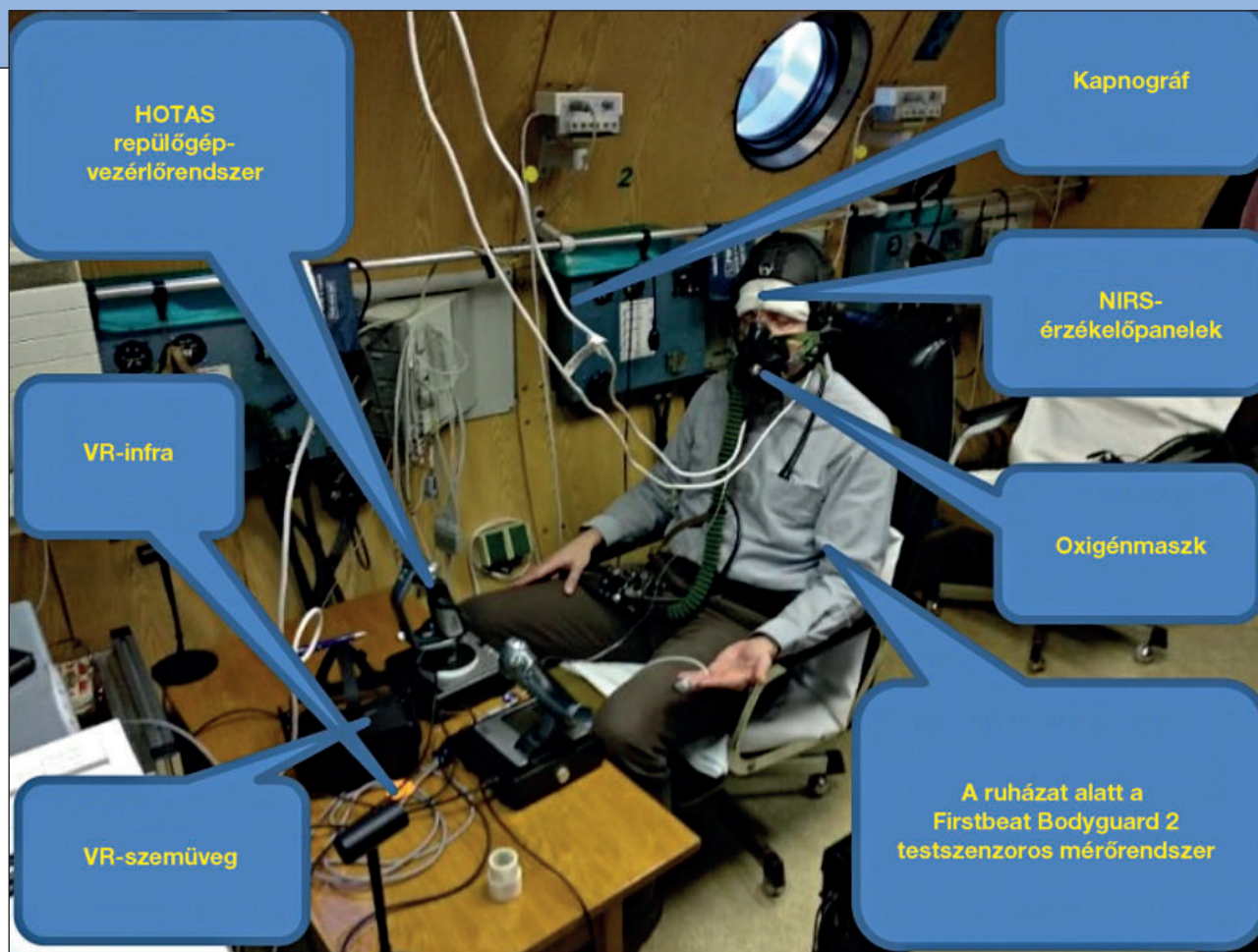
A katonák harci képességének fenntartása, egészségük megőrzése és életük megmentése a katonai orvoslás fő feladatai közé tartozik. Ahhoz, hogy a katona minél hosszabb ideig maradjon harcra képes, fiziológiai szükségleteinek folyamatos kielégítése mellett, feladat-végrehajtásának eredményessége érdekében mentális állapotát is magas szinten kell tartani. Az emberi szervezetben lezajló folyamatok megfigyelése, a változások detektálása úgynevezett body-LAN hálózatokba szervezett egészségügyi érzékelőkkel lehetséges. A katona állapotáról szóló információkat rádióösszeköttetésen keresztül továbbíthatók a vezetési pontok egészségügyi elemző részlege felé. A miniatürizált technológiai eszközöket (számítógép, szenzorok) a katona egyenruhájának anyagában, zsebeiben lehet elhelyezni. [104] Jelen koncepció gyakorlati megvalósítása a technológia kiforratlansága és a szükséges infrastruktúrális háttér hiánya miatt még várat magára, ugyanakkor a már napjainkban is zajló fejlesztések során célszerű figyelembe venni a jövőben várható kihívásokat.

A katonai műveletek, harctéri cselekmények során jelentős lehet a sérülések kockázata, amelyek szakszerű ellátását minél rövidebb időn belül meg kell kezdeni. Ennek első lépcsője az elsősegélyellátás, amely minden katona számára kötelezően elsajátítandó jártasság. Második fokozata a mentő-, harmadik pedig a kórházi ellátás. A harctér és a kórházak közti távolságot a lehető legrövidebb időn belül, biztonságosan kell megtenni, lehetőleg a sérült állapotának romlása nélkül. Ehhez általában különböző légimentő-egységeket alkalmaznak, mint például a MedEvac és a CasEvac (Casualty Evacuation). Első esetben kimondottan mentési célokra létrehozott járműveket alkalmaznak, amelyek képesek a sérült ellátására az út megtétele közben is. A második esetben a lehető legközelebbi, sérült szállítására elegendő helytel rendelkezéssel járműveket használnak, függetlenül azok orvosi ellátási képességétől. Sajnos előfordul, hogy a beteget még így sem sikerül időben a kórházba szállítani, vagy a mentőellátás nem elegendő, illetve a sérültet nem tudják a kórházban időben ellátni. A problémák egy részére megoldást jelenthet az úgynevezett „távellátás”. Ma már megfelelő sávszélesség és megbízható hálózati kapcsolat megléte esetén képesek vagyunk akár „távmentések” végrehajtására is. Ez többnyire azt jelenti, hogy egy specialista a műtétet végrehajtó orvoscsapatot látja el instrukciókkal, de van már példa arra is, hogy VR-szemüveg és robotkarok közvetítésével az orvos egy másik kontinensről hajt végre beavatkozást. [105]

Fegyveres konfliktusok során vagy egyéb, a feladataival összefüggő szélsőséges körülmények miatt a katonát olyan hatások érhetik, amelyek szellemi teljesítőképességére jelentős befolyást gyakorolhatnak. Sokan nem képesek megbirkózni ezekkel a nehézségekkel, és az érintettek-nél poszttraumás stressz szindróma (PTSD – Post Traumatic Stress Disorder) alakul ki. Ez a kifejezés nem összekeverendő a harci/harctéri stresszrel, amely az összecsapások alatt jelentkezik a katonánál. [106] A hadseregben magas százalékban fellelhető ez a szorongásos zavar, amelynek gyógyítási lehetőségei közé tartozik a megfelelő szakemberekkel történő konzultáció, a gyógyszeres kezelés, vagy az expozíciós terápiák. Az expozíciós terápia egy

47. ábra. Egy drón által készített 3D-s modell [115]





48. ábra. Tesztsorozatra való felkészülés a barokamrában [109; 172. o.]

olyan kognitív viselkedésterápia²⁸, amely során a beteget ellenőrzött körülmények között szembesítik a traumát okozó történéssel, így segítik annak feldolgozását. [107] E gyógykezelés virtuális valósággal kibővített változata az úgynevezett virtuális valóság expozíciós terápia (VRET – Virtual Reality Exposure Therapy), amely hatékonyabb megoldást jelenthet a PTSD kezelésére, mint a hagyományos gyógymódok. A VRET lényege, hogy a páciens elbeszélése alapján felépítenek egy olyan virtuális környezetet, amely megfeleltethető a beteg traumatikus élményét okozó környezetnek. Különböző VR-eszközök segítségével befolyásolják a beteg érzeit, hogy minél jobban el lehessen mélyülni ebben a környezetben. Itt a beteg a számítógépes grafikai megjelenítés segítségével felidézi a szorongásának okait, és a szakemberek segítségével megtanulja kezelni azokat. [108]

Repülőorvosi alkalmassági vizsgálatra is van lehetőség VR segítségével. Ennek egyik úttörői lehetünk, hiszen a Magyar Honvédség Egészségügyi Központ Kecskeméten működő Repülőorvosi, Alkalmasságvizsgáló és Gyógyító Intézetében egy kisebb csapat a repülés-élettani stressz szintjének mérésével kapcsolatos kutatásokat végez. Ennek helyszínéként felhasználják a Magasság-élettani Osztály által rendelkezésre bocsájtott barokamrát²⁹, speciális diagnosztikai eszközöket (NIRS – Near Infrared Spectroscopy³⁰, Kapnográf³¹, Firstbeat Bodyguard 2³²), a csapat által fejlesztett speciális HMD-t és kidolgozott vizsgálatokat (Step by step, Live Test, Networking Live Test). A VR repülésbiztonsági szerepe megkérdőjelezhetetlen, ugyanis a jövőben a balesetek utólagos kivizsgálásakor, a korábban bekövetkezett, vagy éppen be nem következett légi események elemzésénél, új elgondolások tesztelésénél az objektív kontroll egyik igen fontos eszközévé válhat. A repülő személyzete a szimulációs repülések alatt valós feladatokat is végrehajt a virtuális környezetben, így előre

lehet számolni bizonyos stresszösszetevők megjelenésével, hatásával. [109]

ÖSSZEGZÉS

A VR-technológia akár közvetlenül, akár közvetve, de minden kétséget kizáróan több lehetőséget kínál a katonai alkalmazások területén, mint azt elsőre gondolhatnánk, és a jövőben várhatóan egyre több területen jelenik majd meg, terjed el széleskörűen. Tanulmányunkban azokat a lehetséges felhasználási módokat mutattuk be, amelyek már rendelkeznek előzményekkel, illetve a technológia jelenlegi állása szerint akár a közeli jövőben komoly előrelépés várható fejlődésükben. A virtuális valóság szerepe a képzés és kiképzés területén bővül majd a legdinamikusabban, amely folyamatot jelenleg közvetlenül a mesterséges intelligencia technológiák gyors terjedése, közvetve pedig a SARS-CoV-2 (COVID-19) által okozott világjárvány gyorsítja, az alternatív, személyes jelenlétet nem igénylő oktatási módszerek iránti igény fokozódása következtében. Az integrált virtuális kiképzési környezet megteremtése ma már elengedhetetlen feltétele az új, korszerű, idő- és költséghatékony katonai felkészítési rendszer, illetve egy 21. századi, technológia-alapú haderő kialakításának.

A virtuális valóság olyan területté vált, amelybe hosszú távon is érdemes befektetni. Elemzések alapján a globális virtuálisvalóság-piac értéke 2019-ben 10,32 milliárd, 2020-ban pedig 15,8 milliárd USD volt. A korábbi évek statisztikai adataira hivatkozva a 2020–2027-es időszakra 21,6%-os összetett éves növekedési ütemet (CAGR – Compound Annual Growth Rate) becsülnék. Ez azt jelenti, hogy 2027-re a globális VR-piac értéke eléri a 62,1 milliárd USA-dollárt. [110] Ilyen kilátások mellett mindenképpen indokolt



lehet a korábbinál lényegesen nagyobb figyelmet szentelni a terület kutatására, illetve a kapcsolódó alkalmazások kidolgozására és tesztelésére, hiszen ma már biztosan kijelenthető, hogy ez a technológia az élet csaknem minden területén évtizedekre meghatározza majd a fejlődési irányokat.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [94] Munk Sándor, „A közös munkavégzés új lehetőségei és módszerei, virtuális vezetési pontok.” Új Honvédségi Szemle 2. sz. (2000): 35–44.;
- [95] Harry Greene, Larry Stotts, Ryan Paterson, Janet Greenberg, „Command Post of the Future: Successful transition of a science and technology initiative to a program of record.” Defence Acquisition University, 2010. <https://www.slideshare.net/simandef/military-command-post-of-the-future> (Letöltve: 2020.7.9.);
- [96] Adam Stone, „Army building command post of the future.” C4ISRNET, August 17, 2016. <https://www.c4isrnet.com/it-networks/2016/08/17/army-building-command-post-of-the-future/> (Letöltve: 2020.7.9.);
- [97] Mostafa Hassanalian, Abdessatar Abdelkefi, „Classifications, applications, and design challenges of drones: A review.” *Progress in Aerospace Sciences* 91. (May 2017): 99–131, <https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2017.04.003>;
- [98] Németh András, „UAV-k alkalmazása a közfeladatok ellátása során II.” *Hadmérnök* 13, 3. sz. (2018): 68–86, http://real.mtak.hu/87038/1/183_06_nemeth.pdf (Letöltve: 2020.7.9.);
- [99] Németh András, „UAV-k alkalmazása a közfeladatok ellátása során I.” *Hadmérnök* 12, 2. sz. (2018): 37–60, http://hadmernok.hu/182_04_nemeth.pdf (Letöltve: 2020.7.9.);
- [100] Muhammad Asghar Khan, Bilal A. Alvi, Engr Alamgir Safi, Inam Ullah Khan, „Drones for Good in Smart Cities: A Review.” *International Conference on Electrical, Electronics, Computers, Communication, Mechanical and Computing* (January 2018): 28–29 https://www.researchgate.net/publication/316846331_Drones_for_Good_in_Smart_CitiesA_Review (Letöltve: 2020.7.9.);
- [101] Farhan Mohammed, Ahmed Idries, Nader Mohamed, Jameela Al-Jaroodi, „UAVs for smart cities: Opportunities and challenges.” *International Conference on Unmanned Aircraft Systems* (2014): 267–273, <https://doi.org/10.1109/ICUAS.2014.6842265>;
- [102] United Nations, „The world’s cities in 2016.” July 2016. https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/the_worlds_cities_in_2016_data_booklet.pdf (Letöltve: 2020.7.9.);
- [103] Németh András, Pápics Patrik, „Mini UAV-rajok alkalmazásának lehetőségei, különös tekintettel a katonai célú igénybevételre. III. rész” *Haditechnika* 54, 1. szám, pp. 6–10. 2020. <https://doi.org/10.23713/HT.54.1.02>;
- [104] Kovács László, „A virtuális valóság – az alkalmazási lehetőségek új határvidéke a hadtudományokban” In *Az infokommunikációs technológia hatása a hadtudományokra*, szerk. Kovács László, Tózsza István, 103–123. Budapest: Nemzeti Közszerzői Egyetem, 2016.;
- [105] Wang Jiusheng, „The procedure of CASEVAC/MEDEVAC in UNMIS.” *Journal of Medical Colleges of PLA* 27, no. 1 (February 2012): 47–57, [https://doi.org/10.1016/S1000-1948\(12\)60005-7](https://doi.org/10.1016/S1000-1948(12)60005-7);
- [106] Sztankai Krisztián, „A külföldi missziók pszichés kockázatai” *Hadtudományi Szemle* 7, 1. sz. (Tavaszi 2014): 289–295. http://epa.oszk.hu/02400/02463/00022/pdf/EPA02463_hadtudomanyi_szemle_2014_01_289-295.pdf (Letöltve: 2020.7.9.);
- [107] Fodor Kinga, Bitter István, „Pszichológiai intervenciók traumatikus események után a poszttraumás stressz zavar megelőzésére. Szisztematikus irodalmi áttekintés.” *Orvosi Hetilap*, 156, 33. sz. (Augusztus 2015) 1321–1334, <https://doi.org/10.1556/650.2015.30231>;
- [108] Deng Wenruia, Hu Diea, Xu Shenga, Liu Xiaoyua, Zhao Jingwena, Chen Qiana, Liu Jiayuanb, Zhang Zhengb, Jiang Wenxiuc, Ma Lijund, Hong Xinyie, Cheng Shengronge, Liu Boyae, Li Xiaominga, „The efficacy of virtual reality exposure therapy for PTSD symptoms: A systematic review and meta-analysis.” *Journal of Affective Disorders* 257, (October 2019): 698–709, <https://doi.org/10.1016/j.jad.2019.07.086>;
- [109] Domján Károly, „A virtuális valóság hardveres és szoftveres környezet kialakításának, fejlesztésének és alkalmazhatóságának lehetőségei repülőorvosi környezetben.” *Repüléstudományi Közlemények* 30, 2. sz. (2018): 163–176, http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2018_2/2018-2-15-0469_Domjan_Karoly.pdf (Letöltve: 2020.7.9.);
- [110] „Virtual Reality Market Size, Share & Trends Analysis Report By Device, By Technology, By Component, By Application, By Region And Segment Forecasts, 2020 - 2027.” Report, June 2020. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/virtual-reality-vr-market> (Letöltve: 2020.7.13.);
- [111] Forrás: <https://www.qinetiq.com/en/blogs/soldiers-help-sharpen-vision-for-vr>;
- [112] Forrás: Mark Morgenthaler, Glenn Steiner, Israel Mayk, „The Virtual Command Post,” May 7, 1995. http://rubyquest.com/glenn/resume/publications/virtual_command_post.htm (Letöltve: 2019.10.9.) QR-kód: Glenn Steiner, „Virtual Command Post,” October 5, 2016. <https://www.youtube.com/watch?v=O2Qz3MPu8To> (Letöltve: 2020.7.9.);
- [113] Forrás: Videórészlet, illetve QR-kód forrása: U.S. Army CCDC C5ISR Center, „CERDEC Command Post Concepts,” July 26, 2018. https://www.youtube.com/watch?v=gseh1_-z0U (Letöltve: 2020.7.9.);
- [114] Forrás: Richard Tomkins, „New SkyGuardian variant of Predator B drone announced,” January 30, 2017. <https://www.upi.com/Defense-News/2017/01/30/New-SkyGuardian-variant-of-Predator-B-drone-announced/8051485798896/> (Letöltve: 2020.7.9.);
- [115] Forrás: Forces News, „Virtual Reality: The Future Of Military Training,” 19 April 2016. <https://www.youtube.com/watch?v=i6pEbpNM1Q4> (Letöltve: 2021.3.7.).

JEGYZETEK

- 28 A kognitív viselkedésterápia célja, hogy a beteg megtanulja kezelni félelmeit, szorongásait, viselkedésének, gondolatainak befolyásolásával.
- 29 Barokamra: funkcionális diagnosztikai vizsgálatok (például terheléses elektrokardiográfia) futtatására alkalmazott szerkezet/szoba.
- 30 Közelinfravörös tartományú spektroszkópia: Az agy jobb és bal féltekéjének homloklebenyén mérhető véroxigénszint mérésére szolgáló eszköz.
- 31 Kapnográf: a kilélegzett szén-dioxid mérésére szolgáló eszköz.
- 32 Firstbeat Bodyguard 2: A Fusion Vital által kifejlesztett pulzusvariancián alapuló testszenzoros mérőrendszer.

1. ábra. Az Amerikai Egyesült Államok hadseregének 185-ös Tartalékos Kibervédelmi Csoportjából Jared Hrabak őrnagy a gyakran alkalmazott „masscan” nevű hálózatzvizsgáló eszközt használja egy hálózat felderítésére az egysége virtuális gyakorlatán, a Langley-Eustis összhaderőnemi bázison (2020. augusztus) [27]

Dr. Gulyás Attila*

Gondolatok az infokommunikációs hálózati szolgáltatásokról

AZ INFOKOMMUNIKÁCIÓS HÁLÓZAT ELEMEI

Modern, hálózatokba rendezett világunkban elsődleges fontosságú a rendelkezésre álló információ azonosítása, értelmezése és rendszerezése. Az adatalemkből összeálló információ [1] továbbításához szükséges egy, az átvitelre optimalizált információs alaphálózat [2][3], azaz az információ továbbításához nélkülözhetetlenek a vezetékes, vagy vezeték nélküli átviteli utakra épülő informatikai hálózatok [4]. Hálózatalapú megközelítés alapján máris jelentős paradigmaváltásról beszélhetünk abban az értelemben, hogy a vezetékes és a modern, a fejlett modulációs eljárásokat alkalmazó vezeték nélküli technológiák jelentős konvergálását figyelhetjük meg, és e folyamatok az ötödik generációs, vezeték nélküli átviteli megoldásokkal máris forradalmasították a hálózatszervezést [5].

ÖSSZEFOGLALÁS: Az információs társadalom evolúciós vívmányai közül talán a legérdekesebb a mindannyiunkat körülvevő – ma még rétegesen létező – világ összekapcsolódásainak technológiai-műszaki oldala, mély integráltságú hálózatos kialakítása. Műszaki értelemben az infokommunikációs hálózatok is magas skálázhatósági szintű, többcélú rendszerek, amelyek alap- és funkcionális szolgáltatásaikkal megkönnyítik a katonai szervezetek és a polgári vállalkozások feladatvégzését. E tudományos közleményben a szerző röviden bemutatja az infokommunikációs hálózatok egyes szolgáltatásait.

KULCSSZAVAK: infokommunikáció, hálózati szolgáltatások, hálózatfejlesztés

Az informatikai hálózatokról már számos kutató adott közre színvonalas, csaknem mindenre kiterjedő leírásokat [6][7][8][9][10], amelyek célja koherens infokommunikációs hálózat kialakításának és üzemeltetésének – műveleti szempontból történő – bemutatása, valamint karbantartásának és további fejlesztési igényének megfogalmazása. A katonai (híradó, informatikai és információvédelmi), valamint a polgári hálózati architektúrákat összefoglaló néven infokommunikációs struktúráknak, hálózatoknak nevezzük [11].

Célszerű megvizsgálni, mely szolgáltatásokhoz való hozzáférés merül fel követelményként egy 21. századi infokommunikációs hálózat tervezésekor, hiszen a kölcsönösen összekapcsolt és illesztett, a katonai és a polgári infokommunikációs rendszerszabványoknak együttesen megfelelő hálózat koherens üze me létfontosságú az információtovábbítás folyamatossága érdekében [12].

ABSTRACT: The most interesting part of the information evolution's achievements might be the tiered interconnections of the world around us with their deeply integrated networking. In technical terms infocommunications networks are also multi-purpose systems with a high level of scalability on their basic and functional services, therefore the identified characteristics facilitate the tasks' accomplishments of military organizations and civilian enterprises. In this scientific paper, my intention is to give a snapshot to the Readers introducing respective network service elements of the infocommunications networks.

KEY WORDS: infocommunications, network services, network development

* Ezredes, infokommunikációs főnök, Közép-európai Többnemzeti Hadosztály-parancsnokság, Székesfehérvár. ORCID 0000-0001-5774-5757



2. ábra. Polgári alkalmazás során, az informatikai támogatás kiszervezése jövedelmezőbb és olcsóbb lehet, mint egy állandó informatikai részleg fenntartása. A fejlett technológia alkalmazása költséges, különösen akkor, ha a vállalat a sok lehetőség közül rosszul dönt. A kiszervezett IT-szolgáltatók a legmegfelelőbb technológiát ajánlják a vállalkozások számára, ilyen módon is csökkentve a cégek költségeit [28]

A tanulmány a hálózat nyújtotta szolgáltatásokat különböző csoportosítások alapján vizsgálja, illetve röviden jellemezi ezen szolgáltatáscsoportokat az alkalmazási koherencia elérése szempontjából.

A hálózattervezés észszerűsítése és logikai rendszerének kialakítása érdekében a hálózat nyújtotta szolgáltatások elsődlegessége a tervezés megkezdésekor alapvetőnek tekinthető. Más megközelítésben: amint megtörténik az adott katonai vagy polgári szervezet feladatrendszerének, humán- és műszaki eszközeinek, berendezéseinek átfogó rendszerezése és felülvizsgálata, az információcsere igény szintje² egyértelműen meghatározható. Ezen azonosítást követően, amint megtörténik a hálózat nyújtotta szolgáltatáscsoportok definiálása, a szervezeti célok elérésének a támogatása érdekében megkezdődhet az átfogó hálózattervezés (hardver-szoftver-humán erőforrás kalkuláció).

SZOLGÁLTATÁSALAPÚ HÁLÓZATFELÉPÍTÉS

A hálózat nyújtotta szolgáltatási palettát a vezetői és a szervezeti igénymeghatározást követően a híradó-informatikai – a polgári szervezetek esetében az infokommunikációs tervezői állomány (management) – állítja össze. Tehát elsődleges lépés lehet, az infokommunikációs management részéről javasolt egyfajta „ügyfélszolgálati” katalógus összeállítása – funkcionális területekre bontottan – a biztosított igénybe vehető lehetőségekről, amely egyedi és szabványosított listát kínál azokról a szolgáltatásokról, amelyeket a szervezetek, a funkcionális munkacsoportok, az ügyfelek számára felajánlanak a szervezeti eredmények optimalizálása, a célok elérése érdekében [18]. Ilyen katalógus összeállítása kiemelten fontos lehet, ha a vizsgált katonai vagy polgári szervezet, az adott vállalkozás összetett és kiterjedt; különböző földrajzilag elkülönült szervezeti eleméből áll, így az igények széles spektrumát kell áttekinteni mind horizontális, mind vertikális értelemben. A szolgáltatási katalógus tehát egy rendkívül komplex, különböző elemekből álló, skálázható szolgáltatásrendszert kínál fel, amelyből a felhasználók az előzetes egyeztetést követően válogathatnak.

Más megközelítés szerint a szolgáltatási katalógus egyfajta terméklista, amelyből helyesen kiválasztva a szerve-

zeti elem feladatrendszerét támogató szolgáltatásokat, fokozza a munkahatékonyságot és jelentősen hozzájárul a szervezeti célok eléréséhez.

Nem hagyható figyelmen kívül, hogy a termékekkel szemben egy adott szolgáltatás biztosításának a fogalma nem korlátozódik csupán a tárgyi vagy immateriális rendszer átadására, sokkal inkább úgy tekinthető, mint logikailag kapcsolódó folyamatok, tevékenységek, technológiák egészének a biztosítása, amelyek – kombinálva a szervezeti képességekkel – képesek értéket adni a szervezetek cél-elérésének megkönnyítése érdekében. Ezért amikor szolgáltatásokat veszünk igénybe, az a teljes körű üzemeltetéssel kapcsolatos összes tevékenységet is magába foglalja. Más megközelítésben: egy szolgáltatás nemcsak egy adott technológiai megoldás kialakítását vagy termék fejlesztését foglalja magába, hanem a telepítéssel, konfigurálással, folyamatos ügyféltámogatással, tervszerű karbantartással és termék-továbbfejlesztéssel kapcsolatos – tehát egy jóval szélesebb spektrumban értelmezett – feladatrendszert is.

HÁLÓZATI ALAPSZOLGÁLTATÁSOK

Hálózati alapszolgáltatásoknak (Core Services – CS) nevezzük azokat a mindennap alkalmazott szolgáltatásokat, amelyek az egyéni és a csoportos kapcsolattartást támogatják, megkönnyítik, és nélkülözhetetlenek az információ-továbbítás szempontjából. A vonatkozó szakirodalmak alapvetően hat alapszolgáltatást határoznak meg, amelyek biztosítása kötelező az információtovábbítás folyamatos-sága érdekében:

- A telefon- (fónia-) szolgáltatások biztosítják a hálózat-elemek közötti hangátvitel-alapú kommunikációt. A modern digitális hálózatokban az internetprotokoll (VoIP³) alapú hangátvitel a leginkább támogatott forma a digitális kapcsolóközpontok⁴ széles körű szolgáltatáscsomagjainak leghatékonyabb alkalmazása érdekében.
- Az elektronikus levelezés alapszolgáltatás SMTP⁵ protokollok [19] alkalmazásával biztosítják a felhasználók közötti írásos adatcserét, támogatva a kisebb méretű (a hálózati rendszeradminisztrátor által limitált) csatolmányok továbbítását is. Az elektronikus levelezés immár nemcsak a feladatátadás eszköze, hanem a feladatszabás és azok visszaellenőrzése is ezen a kapcsolattartási formában valósulhat meg, a csatolmányok feldolgozásával pedig újabb dimenziók nyílnak az adatdisztribúció és a feldolgozás területén [20].
- Az elektronikus levelezéshez szorosan kapcsolódik a felhasználók nyilvántartására szolgáló aktív lista (Global Access List – GAL). A GAL tartalmazza a rögzített felhasználók alapadatait (név, beosztás, kapcsolattartó/felettes neve, további e-mailek, munkahelyi és magán telefonszámok stb.), egyszóval a GAL segítségével a hálózatban aktivált összes felhasználóról szerezhetünk információkat.
- Az adatfájlok megosztása (file sharing) elterjedt mód az adatcserére a kollaboratív munkakörnyezetben, ugyanis az e-mailekhez csatolható fájlok mérete limitált. Ugyanakkor több felhasználó esetleges egyidejű csatolmányküldése, a csatolások továbbítása jelentősen csökkentheti – egy adott időintervallumban – az átviteli csatorna sávszélességét is. Megosztott fájlszerkezet esetében az adatmegosztás egyszerűbbé válhat, mivel nem magát az adatfájlt, hanem annak hivatkozását, linkjét továbbítjuk az adatátviteli csator-

nán. A megosztott könyvtárban eltárolt fájlok – formájukat tekintve – lehetnek szöveges, hangalapú, videóalapú adatállományok, amelyeknek fel- és letöltését csupán a fájlok, valamint a háttértár mérete határozza meg.

- A video-telekonferencia hívások (VTC) lehetővé teszik nemcsak a hangalapú kommunikációt, hanem a videojel-továbbítással tovább bővítik a kommunikációs formákat, mivel a beszélgetőpartner arcának és környezetének vizuális megjelenítése magasabb szintű kommunikációt eredményezhet. Ugyanakkor figyelemmel kell lenni arra, hogy az előzetesen konfigurált sávszélességű adatátviteli csatornákon a hang- és a videojel átvitele erősen korlátozott lehet, és hálózattervezői feladat a VTC-kapcsolatok előtervezése és végrehajtása.
- A hatodik alapszolgáltatás a portáloldalak létesítése és megosztása, a portáloldalakon közzétett tartalmak szabad felhasználása, kezelése. A portálszolgáltatás, mint grafikus felület, alapvetően megkönnyíti a felhasználók napi munkavégzését, ugyanis a jól kezelhető, rendszerezett weboldalon az információ áttekinthető formában áll rendelkezésre, azaz az adatok keresése, fel- és letöltése egyszerűvé és gyorsá válhat.

Az alapszolgáltatások összefoglalásánál figyelemmel kell lenni arra, hogy e hat alapszolgáltatás adja azt a keretszolgáltatási rendszert, amely segítségével a mindennapi feladatok és a hálózatba felvett személyek és adatállományok egyszerűen és észszerűen mozgathatók, áttekinthető, rendszerezhető annak érdekében, hogy a napi munkavégzés felgyorsuljon és hatékonyabban támogassa a szervezeti célok elérését. Kijelenthető, hogy a hálózattervező mérnöki és technikai állomány elsődleges feladata az alapszolgáltatások biztosítása, mivel ezekre épülhetnek, ezekkel párhuzamosan üzemelhetnek az adott katonai vagy polgári szervezet feladatrendszeréhez illeszkedő, valamely munkaterület, feladat-cél-funkció támogatására tervezett és fejlesztett, ún. funkcionális szolgáltatások.

HÁLÓZATI FUNKCIONÁLIS SZOLGÁLTATÁSOK

A funkcionális szolgáltatások (FAS⁶ vagy Cols⁷) az alapszolgáltatásokra épülő és számos esetben azok mellett üzemeltetett, felhasznált, kiterjesztett hálózati szolgáltatás-rendszerekből állnak. (3. ábra) Ezek célja lehet a rendszerezett adatállomány, és az azt kezelni képes keretprogram (applikáció) kialakítása, fejlesztése, karbantartása, továbbfejlesztése és magasabb szintű rendszerezése, amely valamely munka vagy szervezeti terület feladatvégrehajtásának alapjaként szolgál, és mindennapi alkalmazása elősegíti a szervezeti célok elérését. Szervezetenként eltérő lehet, hogy az adott terület szakemberei mely szolgáltatási és szakmai

3. ábra. Az informatikai műveletek megbízható infokommunikációs hálózati szolgáltatóknak történő átadásával, a szolgáltató felelős az informatikai rendszerek és funkciók problémáinak kezeléséért, megoldásáért és felügyeletéért [29]



területeket tekintenek alapvetőnek az adott feladatrendszer és a munkavégzés hatékonyabbá tétele érdekében, tehát a szolgáltatások azonosításában, tervezésében és kialakításában a szolgáltatások azonosítása, tervezése, kialakítása nagyfokú döntési szabadságot igényel. (1. ábra)

A következőkben egy általános rendeltetésű katonai szervezet híradó és informatikai rendszerének egyes, funkcionális területekhez köthető szolgáltatási lehetőségeit mutatjuk be [21].

A FELDERÍTŐ SZAKTERÜLET

- A nyílt források feldolgozása⁸ funkciójú szolgáltatás támogatja a szervezet katonai-polgári kapcsolattartását és a felderítést végző szakállománynak a nyílt forrásokból elérhető információigény kielégítését különböző nyílt médiumok, a polgári rádió- és televíziócsatornák (pl.: BBC, CNN, Reuters) elérésének biztosításával. A szolgáltatás nyílt forrásból származó információk analizálását, tárolását, rendszerezését és disztribúcióját teszi lehetővé.
- HUMINT⁹ funkcionális szolgáltatás az emberi erőforrásból származó felderítési adatokat biztosítja azok beérkezését követő szabványosított rögzítésével, tárolásával, elosztásával, szabványosított kezelőfelület elérésének biztosításával. A HMART¹⁰ keretprogram telepíthető és skálázhatóan alkalmazható mind a hálózatba kapcsolt (networked), mind a hálózathoz független (standalone) munkaállomásokon (ez esetben előre programozott adatbázist használva).
- A jelfelderítést és adatrendszerezést támogató szolgáltatás az elektromágneses spektrum felderítéssel (SIGINT)¹¹ és az elektronikai hadviseléssel (EW¹²) foglalkozó szakállomány szolgálatellátását könnyíti meg az ezen tématerületről beérkezett adatok rögzítésével, tárolásával és rendszerezésével, amely így a jelfelderítés teljes adatfeldolgozási ciklusát [22] [23] átfogja.

A KIKÉPZÉSI ÉS A HADMŰVELETI SZAKTERÜLET

- A JEMM¹³ kiképzést támogató szolgáltatás lehetővé teszi a stratégiai és hadműveleti szintű kiképzés- és gyakorlattervezés lépéseinek automatizálását, az adott kiképzési foglalkozáson teljesítendő feladatrendszer előzetes programozásával¹⁴ és skálázható időszámvetésével az információtovábbítás szempontjából.
- A TOPFAS¹⁵ alapvető tervezőprogram a kiképzési rendezvények és a valós műveletek tervezésére. Almoduljaival teljes körű művelettervezési szolgáltatás-csomagot biztosít a feladatrendszer szöveges megfogalmazásától (pl. harccparancsok és egyéb szöveges dokumentáció kidolgozására – office module) egészen a végrehajtók harccrendjének és a feladat elvégzésének időszámvetés alapján történő, grafikus megjelenítéséig.
- Az időjárásjelentő¹⁶ szolgáltatás alapvetően támaszkodik a NATO automatizált időjárás-előrejelző hálózatából származó információs csomagokra, amelyet feldolgozásra és képi megjelenítésre bízott. Szorosan kapcsolódik ehhez a szolgáltatáshoz az Időjárás Információs és Analízis¹⁷ szolgáltatás, amely – a rendelkezésre álló, már feldolgozott időjárás adatokra támaszkodva – a 2-5 napos időjárás-előrejelzést biztosítja.
- „Az erők követése”¹⁸ szolgáltatás a hadszíntéren szolgálatot teljesítő, stacioner vagy mozgásban lévő szervezetek, alegységek, harc- és gépjárművek és az egyének





4. ábra. Az „Echo-”, vagy híradóspecialista olyan magasan képzett lövészkatona, aki rádióoperátor, kommunikációs altiszt, tehát harctéri körülmények között telepít és kezel bonyolult rádiótechnikai, elektronikai és számítástechnikai eszközöket [30]

grafikus helymeghatározását teszik lehetővé, valamint rövid szöveges üzenetek továbbítását biztosítják annak érdekében, hogy a hadszíntéri szereplőket egyértelműen azonosítani lehessen. Ezzel elkerülhetővé válik a saját vagy a semleges erők pusztítása. Ugyanakkor kiváló lehetőséget teremt a törzs- és a döntéshozói állomány számára a teljes, az egyesített „műveleti helyzetkép”¹⁹ előállításához szükséges alapvető adatok begyűjtésére, hiszen a szabványosított digitális térképszelvényeken megjeleníthető erők és eszközök pontos képet adnak a mindenkori műveletekben szereplők számáról és mozgási irányairól [24].

- A művelet-management támogató²⁰ szolgáltatás alapvetően az üzenetcsere (chat) épülő adatátviteli forma, amelynek támogatásával a hadszíntérelmek (katonai szervezetek, erők és eszközök kezelői) képesek rövid szöveges üzenetek váltására a harcászati szinttől a stratégiai vezetési szintig bezárólag. A JChat²¹ szolgáltatás alkalmazásával lerövidül a hadszíntéren szolgálatot teljesítő elemek kapcsolatfelvételi ideje, hiszen a szolgáltatás használói egyedi hívónévvel/hívószámmal rendelkezve egyértelműen azonosíthatók a hadszíntér műveleti infokommunikációs rendszerében.

LOGISZTIKAI SZAKTERÜLET

- A LOGFAS²² lehetővé teszi a hadszíntéri erők és eszközök mozgásának logisztikai tervezését, végrehajtását és jelentését, számítógépes programok integrált sorozatának felhasználásával. A LOGFAS egyfajta keretprogram további, a logisztikai feladatok végrehajtását támogató programok (EVE, CORSOM, LDM és ADAMS²³) számára. Alkalmazása széles körű, a kiképzések és gyakorlatok támogatásától a valós műveletek logisztikai támogatásáig bezárólag. Az alábbiakban bemutatjuk a LOGFAS néhány alprogramját.
- Település- és áttelepülést támogató²⁴ szolgáltatás. Ez a szolgáltatás a hadszíntéri erők és eszközök mozgásának, telepítésének és áttelepítésének eszköze. Alapvető adatbázist biztosít a logisztikai tervezéshez és az adatok gyors cseréjének megkönnyítéséhez. Adatokat tartalmaz a hadszíntéri erőkről a harc- és gépjárművekről.

- Szállítmányok mozgását támogató szolgáltatás a katonai csapatmozgások (konvojok) megjelenítésére és megfigyelésére, erőkövetésre használható, a vonatkozó adatokat egyesíti egy közös mozgási és szállítási szabványos felületen, amely támogatásával a szállítmányok útvonala és ütemezése²⁵ elvégezhető.
- Az erőforrás optimalizálását támogató²⁶ szolgáltatás a különböző anyagcímek és egyéb felszerelési kategóriák optimális beszerzésének nyilvántartására, valamint a rendszerezés megkönnyítésére szolgál. Ez a szolgáltatás is több szálon kapcsolódik más logisztikai támogató szolgáltatások rendszeréhez, ebben az értelemben egy küldetésorientált logisztikai erőforrás-tervezési eszköz.

INFOKOMMUNIKÁCIÓS SZAKTERÜLET

- A rádióforgalmi rendszer szolgáltatás²⁷ biztosítja a nyílt és minősített adatcsere az előre tervezett és telepített rövid és ultrarövid hullámhossztartományban.
- A légivezetési szolgáltatás²⁸ a légi vezetési-irányítási rádiórendszer-szolgáltatást biztosítja a hadszíntéri műveletek támogatására. A nyílt rádióforgalmi rendszer menedzsment szolgáltatás a nemzetközi szabványok és ajánlások (ICAO²⁹) alkalmazásával rádiófrekvenciás hálózatot menedzsel annak érdekében, hogy a szárazföldön telepített vezetési pontok csatlakozhassanak a légtérben szolgálatot teljesítő vagy áthaladó légi járművek rádióforgalmi rendszereihez.
- Frekvenciamentes³⁰ szolgáltatás elősegíti, megkönnyíti a hadszíntéren szűkösön rendelkezésre álló rádiófrekvenciás spektrum tervezési és felhasználási feladatait, figyelembe véve a rendelkezésre álló (kiutalt és a tiltott) frekvenciákat, a hullámterjedést (év, hó, napszak alapján), a rádiókészülékek és berendezések műszaki paramétereit és a terep, a domborzat hatásait a hullámterjedésre.
- A telepíthető HQ CIS támogatási szolgáltatás³¹ a telepíthető vezetési pontokon biztosítja a hálózati alapszolgáltatásokat (PoP³²), valamint a meghatározott FAS-okat (feladatrendszerre méretezve) mind a nyílt, mind a minősített szolgáltatási területen (domain).

AZ ADATFELDOLGOZÁST ÉS A SZERVEZETI ADMINISZTRÁCIÓT TÁMOGATÓ SZOLGÁLTATÁSOK

A dokumentumfeldolgozó³³ szolgáltatás ellenőrzött dokumentumkörnyezetet biztosít, amely elősegíti az információ megosztását és a hivatalos dokumentumok hatékonyabb kezelését a különböző hadszíntéri parancsnokságokon belül, illetve azok között. Ezeket a szolgáltatásokat a Dokumentumkezelő Rendszeren (DHS³⁴) keresztül vehetők igénybe.

Az automatizált munkafolyamatkezelő³⁵ szolgáltatások lehetőséget nyújtanak több munkafolyamat-szolgáltatás kezelésére az elektronikus munkafolyamat-rendszerek (EWS³⁶) révén. Ez a gyakorlatban a feladatokat kezelő Tasker Tracker rendszert takarja, ahol az elektronikus adatok, fájlok, dokumentumok feldolgozása történik.

Az adatkezelési szolgáltatás³⁷ a felhasználók számára lehetővé teszi adatbáziskezelő rendszerekben tárolt adatok feldolgozását. Ezeket a szolgáltatásokat – többek között – az MS SQL³⁸, az Oracle³⁹ és a PostgreSQL⁴⁰ szolgáltatja. Az SQL az elsődleges szerver, amely a JOCWatch adatait, a COPManager munkalapjait, az iGeoSIT⁴¹ és egyéb programokból indított és fogadott listahívásokat tárol.



5. ábra. Interoperabilis C4I rendszer alkalmazása egy vezetési központban. Az összetett műveleti környezet gyors és pontos döntéshozatalt igényel, valamint szükséges a létfontosságú információk cseréje a koalíciós partnerek között [31]

ÖSSZEFOGLALÁS

A hálózati alapszolgáltatások bemutatása nyomán, a funkcionális szolgáltatásokból való rövid és célzott változtatást követően nyilvánvalóvá válik, hogy az adott katonai vagy polgári szervezet hálózat tervezésekor, kialakításakor és az üzemeltetése során a hat alapszolgáltatás biztosítása minimális rendszerkövetelményként jelentkezik annak érdekében, hogy a szervezet az alapfeladatait végre tudja hajtani [25]. Ezek mellett, erre épülve a funkcionális szolgáltatások biztosítják az adott szakterület felelős feladattervezését, feladat- és munkavégzését, az elvégzett feladatok dokumentálását, visszaellenőrzését és értékelését annak érdekében, hogy a gyűjtött információk visszaforgathatóak legyenek a szolgáltatástervezésben és a hálózatmanagement – ezen belül a szolgáltatásmanagement – szakállomány elvégezhesse a szükséges változtatásokat, más megközelítésben optimalizálhassa a funkcionális szolgáltatásokat a szervezeti érdekek harmonizációja érdekében.

Az alkalmazott szolgáltatások mennyisége jellemző az adott katonai vagy polgári szervezet feladatkomplexitására és azok rendszerére, továbbá a felhasználók (felhasználói csoportok) számának növekedésével, a szervezeti célok változásával párhuzamosan folyamatosan bővíthetők, azaz skálázható szolgáltatásmanagementet tesznek lehetővé. A NATO Communications and Information Agency szolgáltatáskatalógusa 2021-ben – az alapszolgáltatásokon túl – 162 féle funkcionális szolgáltatást kínál fel.

A közeljövőben, 1-3 éves időintervallumon belül, az ötödik generációs vezetékes (optikai csatlások) és vezetékek nélküli (WiFi, 5GN) hálózati elemek ugrásszerű növekedése lehetővé teszi olyan műszaki innovációk előtérbe kerülését, amelyek újabb és újabb funkcionális szolgáltatások tervezését és üzemét generálják. Jelentős kihívás tehát a hálózatmanagement állomány számára ezen innovációk támogatása, az újabbnál újabb szolgáltatások üzemeltetése [26]. A hálózatmanagement kialakítása felkészült és kiképzett hálózati mérnököket, technikusokat igényel. Az újabb szolgáltatások megjelenése tehát megújítja a mérnöki felkészítést, a képzéseket és a továbbképzések rendszerét is annak érdekében, hogy a megszerzett tudást a hálózatmanagement szolgáltatásban tudjuk felhasználni. Ebben tejesedik ki a hardver-szoftver-humán képesség egységesen értelmezhető, hálózatalapú megközelítése.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Gál Tamás, Az informatika alapjai, ingyenesen letölthető on-line tananyag https://informatika.gtportal.eu/?f0=alapfogalmak_01 (Letöltve: 2021.3.13.);
- [2] Haig Zsolt, Információs műveletek a kibertérben, Budapest: Dialóg Campus Kiadó, 2018. pp. 64–75.
- [3] Kovács, László, „Battlefield in the future,” AARMS Volume 1 Issue 2 (2002) p. 197.;
- [4] Haig Zsolt et al., Elektronikai hadviselés, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Katonai Műszaki Doktori Iskola 2014. pp. 9–11.;
- [5] Szabó Sándor, „Újgenerációs hálózatok tantárgyi lista,” BME Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék, MCL Mobil Kommunikációs és Kvantumtechnológiai Laboratórium, <https://www.mcl.hu/education> (Letöltve 2021.3.12.);
- [6] Munk Sándor, Katonai informatika II. – Katonai informatikai rendszerek, alkalmazások. Egyetemi jegyzet, Budapest: Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 2006. pp. 17–19.;
- [7] Munk Sándor, „Az informatikai támogatás alapjai” Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények 2005/2. (2005): 186. p.;
- [8] Kovács László, Vezeték nélküli katonai információs rendszerek, előadás, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, dia 15–16.;
- [9] Papp Szilárd, A vezetékek nélküli hálózatok biztonsági kérdései, szakdolgozat, Debreceni Egyetem Informatikai Kar, 2007. <https://dea.lib.unideb.hu/dea/bitstream/2437/3133/1/Szakdol> (Letöltve: 2021.2.27.);
- [10] Sallai Gyula, Felmérés előkészítő tanulmány az M2M alkalmazások számozási kérdéseiről, Budapest: BME Távközlési és Médiainformatikai Tanszék kiadványa, 2012.;
- [11] Haig Zsolt, Kovács László, Kritikus infrastruktúrák és kritikus információs infrastruktúrák, Nemzeti Közszolgálati Egyetem 2012. pp. 36–48. https://www.uni-nke.hu/document/uni-nke-hu/kritikus_infrastrukturak.pdf (Letöltve: 2021.2.27.);
- [12] Csiszár Csaba, Sándor Zsolt Péter, „Közlekedési információs rendszerek vázszerkezeti modellje” In: Közlekedési Informatika, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Tanárképző Központ, 2014. https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop41h2b2/2013-0002_kozlekedesi_informatika/KI/skijs33k.htm (Letöltve: 2021.1.27.);
- [13] Károly Krisztián, Németh András, „The Possibilities of Supporting the Public Functions with Fleet and Force Tracking Systems,” AARMS, Vol. 18 Issue 3 (2019). pp. 55–67. <https://doi.org/10.32565/aarms.2019.3.4>;
- [14] Károly Krisztián, „LoRaWAN-technológia felhasználási lehetőségei a katonai alkalmazások tükrében” Hadmérnök 14. évf. 3. szám, (2019.) pp. 101–111. <https://doi.org/10.32567/hm.2019.3.9>;
- [15] Károly Krisztián, „Szenzorhálózatok adatainak integrálási lehetőségei a perspektivikus erőkövetési rendszerekbe, különös tekintettel az egyéni egészségügyi adatokra” Hadmérnök 14. évf. 1. szám, 2019 pp. 260–270. <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/hadmernok/article/view/136/3399> (Letöltve: 2021.2.26.);



- [16] Rothammel, Karl, Antennakönyv, Budapest: Műszaki Könyvkiadó 1977.;
- [17] Pintér László, Zsigmond Gyula, Híradástechnika III. – Átviteltechnika, MN Zalka Máté Katonai Műszaki Főiskola Budapest, 1989.;
- [18] „NATO Communications and Information Agency (NCIA)” hivatalos weboldala, 2021, <https://www.ncia.nato.int/index.html> (Letöltve: 2021.2.12.);
- [19] RFC 2822, Internet Message Format standard, version 09 April 2001., <https://datatracker.ietf.org/doc/rfc2822/> (Letöltve: 2021.2.10.);
- [20] Vleck, Tom, „The history of electronic mail”, IEEE Annals of the History of Computing Vol. 34, No. 1: January-March 2012. pp. 4-6. <https://doi.org/10.1109/MAHC.2012.6;>
- [21] „NATO Communications and Information Agency Service Catalog 2021”. <https://dnbl.ncia.nato.int/Pages/ServiceCatalogue/Services.aspx> (Letöltve: 2021.1.25.);
- [22] Sándor István, Farkas Tibor, Jobbágy Szabolcs, Híradásszervezés, Budapest: ZMNE Bólyai János Katonai Műszaki Kar, Híradó Tanszék, jegyzet, 2009.;
- [23] Haig Zsolt, „Az információs hadviselés kialakulása, katonai értelmezése” MHTT-konferencia, Hadtudomány 2011. május, pp. 6-7. In: <http://mhtt.eu/hadtudomany/2011/1/index.html> (Letöltve: 2021.12.15.);
- [24] Károly Krisztián, „Szövetséges erők követése az afganisztáni hadszíntéren” Honvédségi Szemle 141. évf. 3. szám (2013): pp. 18–21.;
- [25] Hóka Miklós, A Magyar Honvédség harcászati rádiórendszerének kialakítási lehetőségei egyes NATO tagországok rádiórendszereinek vizsgálata tükrében, doktori (PhD) értekezés, Budapest, 2005. http://193.224.76.2/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2005/hoka_miklos.pdf (Letöltve: 2021.01.15.);
- [26] Balogh Károly, „Szoftverrádiók a kommunikációs felderítésben” Repüléstudományi Közlemények 15. évf., különszám (2003.4.4.) http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2003_cikkek/balogh_karoly.pdf (Letöltve: 2021.5.10.);
- [27] U.S. Department of Defense. „DOD Consolidates IT Services to Improve Efficiency”. <https://www.defense.gov/Explore/News/Article/Article/2431486/dod-consolidates-it-services-to-improve-efficiency/> (Letöltve: 2021.3.21.);
- [28] Kyle, „The Reasons of Business IT Services Outsourcing”. Still A Newspaper Man, 2019. 9. 28. <http://stillanewspaperman.com/the-reasons-of-business-it-services-outsourcing> (Letöltve: 2021.3.21.);
- [29] Inc, ProV International. „What Are Managed IT Services?” Elérés 2021. május 13. <https://www.provintl.com/blog/managed-it-solutions-explained>. (Letöltve: 2021.3.21.);
- [30] Honvédelem.hu „A híradó specialista”, 2021. 3. 8. <https://honvedelem.hu/hirek/a-hirado-specialista.html> (Letöltve: 2021.5.9.);
- [31] „Military systems - IT solutions for military | Systematic”. <https://systematic.com/defence/products/> (Letöltve: 2021.3.21.).

JEGYZETEK

- 1 Híradó, informatikai és információvédelmi – CIS – Communications and Information Systems or CIIS: Communications, Information and Information Security Systems.
- 2 IER – Information Exchange Requirements.
- 3 VoIP – Voice over IP.
- 4 Digitális kapcsolóközpontok – Call Centers.
- 5 SMTP – Simple Mail Transfer Protocol, a Transmission Protocol 25-ös portjára támaszkodva.
- 6 FASs – Functional Area Services.
- 7 Cols – Community of Interests.
- 8 Open Source Service.
- 9 HUMINT – Human Intelligence.
- 10 HMART – HUMINT Management and Reporting Tool.
- 11 SIGINT – Signal Intelligence.
- 12 EW – Electronic Warfare.
- 13 JEMM – Joint Exercise Management Module.
- 14 MEL/MIL – MIL Event List / MIL Incident List.
- 15 TOPFAS – Tool for Operational Planning FAS.
- 16 Weather reporting FAS.
- 17 Meteorological Information and Analysis FAS.
- 18 Friendly Force Tracking FAS.
- 19 Common Operational Picture.
- 20 Theater Operations Management Support Service.
- 21 JChat – Joint Chat.
- 22 LOGFAS – Logistic Functional Area Services.
- 23 EVE – Effective Visible Execution, CORSOM – Coalition Reception Staging Onward Movement, LDM – LOGFAS Data Management, ADAMs – Allied Deployment and Movement System.
- 24 Movement and Deployment Management Service.
- 25 Movement & Transportation picture.
- 26 Resource Optimisation Support Service.
- 27 HF/VHF Radio Communications Service.
- 28 Air Command and Control Services.
- 29 ICAO – International Civil Aviation Organization.
- 30 Frequency Management Service (Spectrum XXI).
- 31 Deployable HQ CIS Support Service.
- 32 PoP – Point of Presence.
- 33 DMS – Document Management Service.
- 34 DHS – Document Handling System.
- 35 Automated Workflow Management Services.
- 36 EWS – Electronic Workflow System.
- 37 Data Management Service.
- 38 SQL – Structured Query Language.
- 39 Oracle – Adatbázisrendszer információ- és szolgáltatás-menedzsment céjaira.
- 40 PostgreSQL – Nyílt forráskódú adatbáziskezelő rendszer.
- 41 iGeoSIT – interim Geo-Spatial Intelligence Tool.

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., Filler u. 14.)
 Nyitvatartás: H.–P. 9–15 óra ugyfelszolgalat@hmzrinyi.hu.



1. ábra. CGM4 tűzpár térdelő helyzetben, optikai irányzékkal célozva (Fotó: Merckle Bálint)

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

A 84 mm-es Carl-Gustaf HSN többcélú fegyverrendszer I. rész

A Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretében, a Magyar Honvédség (MH) 2019-ben a svéd 84 mm-es SAAB Carl-Gustaf M4 (CGM4 RCL – ReCoilLess, magyarul hátrasiklás nélküli – HSN) fegyverrendszer hadrendbe állításával új, világszínvonalú gyalogági fegyverrendszert szerzett be.

Ezt megelőzően a Magyar Honvédség hasonló feladatkörben a szovjet gyártmányú, 73 mm-es SZPG–9 HSN löveggel rendelkezett, amely 1966 óta [1; 112, 124 o.] szolgált a könnyű csöves páncéltörő lövegek feladatkörében, de a XXI. század elejére már (legalább is az MH rendelkezésre álló formában és lőszerkészlettel) végérvényesen elavulttá vált. A négyfős kezelőszemélyzetet igénylő, több

mint 2 m hosszú állványra felszerelt, 60 kg-nál nagyobb tömegű fegyver 1300 m elméleti lőtávolságon, az eszközhöz rendszeresített PG–9V gránáttal legfeljebb 300 mm-es homogén páncéllemez átütésére volt képes. Azóta ehhez az eszközhöz is történtek orosz lőszerfejlesztések, de a Magyar Honvédség haderejéből mintegy 20 évvel ezelőtt kivont fegyver, valamint Magyarország NATO-csatlakozása ma már okafogyottá teszi az új gránátokhoz történő hozzáférést. [2; 76. o.]

A lövészek páncéltörő fegyvereként azóta az irányított páncéltörő rakéták és a világon széles körben alkalmazott, de nálunk mindig is szegényes gránáttípus-választékkal ellátott¹, és emiatt a harctevékenységekben egyre szűkülő

ÖSSZEFOGLALÁS: A Magyar Honvédség a Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretében, a lövész kisalegységek számára szerezte be a SAAB hordozható, vállról indítható fegyverrendszerét, amely képes a széles körű, modern harcászati igények kielégítésére. A Carl-Gustaf M4 (CGM4) kiterjedt alkalmazása a jelenlegi (és a fejlesztés alatt álló) lőszer típusok széles skáláján alapul, beleértve a páncéltörő, építményromboló, többcélú és élőerő elleni repesz-, valamint harctámogató világító- és füstgránátokat.

KULCSSZAVAK: CGM4 HSN gránátvető, sokoldalú célzási lehetőség, többcélú lőszer, két fő kezelő, könnyen hordozható

ABSTRACT: Defense and Armed Forces Development Program provides SAAB's man-portable, shoulder-launched weapon system to meet a wide range of modern combat needs of infantry forces. The Carl-Gustaf M4 is flexible, with a wide range of existing and future ammunition types, including anti-armour, anti-structure, multi-role, anti-personnel, and support rounds such as smoke and illumination.

KEY WORDS: CGM4 RCL grenade launcher, versatile targeting, wide range of ammunition types, two men operators, easy to carry

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

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

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





2. ábra. A CGM4 fegyverrendszer teljes gránátkészlete (kivéve a GCGM gránátot) [12]

alkalmazási területű és korlátozottan használható, már több mint 55 éve rendszeresített (eredetileg román gyártású [1; 102, 124 o.] űrméret feletti RPG-7 HSN rakéta-póthajtású gránátvető maradt rendszerben. A több évtizedet meghaladó életkorú rakéták harci részének piezoelektromos gyújtói még egy ideig elfogadható működésbiztonságot szolgáltatnának, de a hajtóműben lévő lőpor szavatossága már lejárt. Ezt a 20 éves lemaradást ismerte fel a katonai vezetés, amikor modern, 1 fő irányzó és 1 fő irányzó-helyettes (segítő, töltő, lőszerszállító) által kezelhető, a terepen is könnyen hordozható, emellett az RPG-nél jelentősebb pontosságképeséggel² és páncélatütési jellemzőkkel, továbbá széles lőszerválasztékkal bíró kézi páncéltörő fegyverek beszerzéséről döntött. Ezek közül elsőként az MH a svéd SAAB konszern 84 mm-es Carl-Gustaf hátrasiklás nélküli fegyverrendszerét, annak is a legkorszerűbb M4 változatát szerezte be.

Ez a harci eszköz ebben a változatában már inkább eszközrendszer, méghozzá a végső kiépítésében magasan elektronizált és rövidesen már a röppályán vezérelhető lövedékkel rendelkező, valóban a mai kor technikai színvonalán álló fegyver. (3. ábra.) Nem véletlen, hogy a szlovák és a szlovén haderő is ezt az eszközt rendelte meg, és az USMC³ ennek a típusnak egy (némiképp rövidebb és valamivel könnyebb) alverzióját rendszeresítette M3E1 típusjelzéssel.

3. ábra. A 84 mm-es CGM4 fegyverrendszer és málhaelemei (Fotó: Merckle Bálint)



A FEGYVERRENDSZER RENDELTETÉSE

A CGM4 RCL egy könnyű, képességeihez képest (az egész életciklusát, tekintélyes lőszerválasztékát, pontosságát és rombolási képességét figyelembe véve), elfogadható beszerzési árú fegyver, amely nem pusztán harcokcsi-elhárító feladatkörben alkalmazható, hanem többcélú gránátvetőkomplexumnak tekinthető. Fegyvertani besorolására javasolt egy új kategóriát kialakítani, tekintettel a 84 mm-es űrméretére, és űrméretes lőszerére, továbbá a használat körülményeire: *kézi HSN lövészlöveg*⁴, mert egy fő irányzó kezeli, egy fő irányzóhelyettes segítségével. Rendeltetése a lövész, vagy épp a különleges rendeltetésű kisalegységek támogatása a harcban. Az irányzó és társa a rendelkezésre álló lőszerek széles választékából a célnak legmegfelelőbbet alkalmazhatják (ugyanabból a vetőcsőből), ennek köszönhetően a fegyver rendkívül sokfajta feladatkörben vethető be. Biztosítja a harcokcsik, a könnyű és közepesen páncélozott célok, fedezékek, bunkerek, építmények és a fedetlen élőerő leküzdését, vagy a harctér adott területének megvilágítását, illetve az adott terület köddel történő lefedését. Ezen felül rendelkezik a kiképzést elősegítő lőszerkészlettel (inert gránátokkal és űrméret alatti lövedékekkel⁵) is. A gránátvető multifunkciós működésének köszönhetően a lövészkatonának a harci küldetések számos változatát képesek teljesíteni az eszközzel. Jelenlős tűzgyorsasága bizonyos szektorok hatásos lefedését segíti elő, pontossága és pusztítóképesége alkalmassá teszi veszélyes pontcélok leküzdésére, akár nagyobb lőtávolságból is⁶ [3].

HARCÁSZATI-MŰSZAKI JELLEMZŐK

A fegyverrendszer jellemző harcászati-műszaki paramétereit az 1. táblázat tartalmazza.

A FEGYVERRENDSZER FŐ RÉSZEI

A VETŐCSŐ

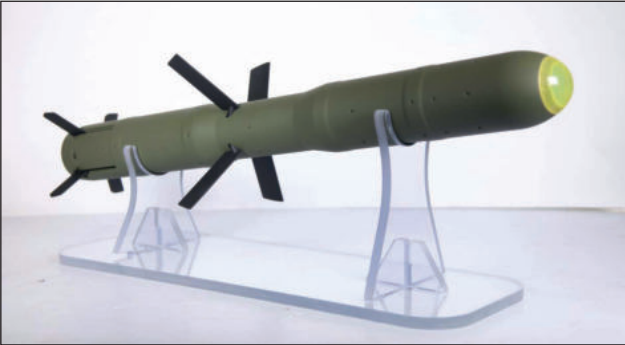
A CG RCL M4 típusa a kompozit védőburkolatba bera-gasztott 84 mm-es űrméretű, vékony falú, huzagolt, titán béléscsőből és a csővégre kapcsolt, kihajtható áramlás-technikai elemből, azaz Laval-fúvókás csőtoldatból⁷ áll, amely mellső pereme egyben a hüvelykarimánál fogva zárja a gránátot a vetőcsőben. A vetőcső burkolatára rögzítik a Picatinny-szereléksíneket (a mellső markolat, a váltá-masz, a villaállvány és a vezérlőegység felhelyezésére), és a kiegészítő szerelvények felszereléséhez szükséges adaptereket (irányzék, tűzvezető rendszer, elsütőberendezés, hordfogantyú, szállító heveder, kiegészítők stb.). A fegyvercsőhöz tartoznak a kompozit védőfelületek, az arctá-masz és a cső mellső-hátsó (porvédő) záródugók is.

AZ ELSÜTŐBERENDEZÉS

A megfeszített hengeres csavarrugóban tárolt energia felszabadításával, mechanikus ütőszeggel, a csőtengelyre merőleges irányban, a beépített ütőszeg indítja a lőszer csappantyúját. A gránátcsappantyú és az ütőszegor pontos pozicionálását a gránáton és a vetőcsővön kialakított alakos kötések biztosítják. Az elsütőberendezést olyan speciális biztosítással látták el, amely még harci körülmények között is lehetővé teszi az éles gránáttal betöltött

1. táblázat. Főbb harcászati-műszaki adatok

A szállítóláda mérete	1170 × 420 × 235 mm
A fegyver hosszúsága	999 mm
A fegyver tömege nyílt irányzékkel	7,4 kg
A fegyver tömege a vöröspontos irányzékkel	7,6 kg
A fegyver tömege optikai irányzékkel, elektronika nélkül	6,9 kg
A szállítóláda tömege fegyverrel és a szerelésekkel együtt	24 kg
Űrmérete	84 mm
Gyakorlati tűzgyorsasága	~ 6 lövés/perc
Lőtávolság	500 – 1000 m (lőszerfüggő)
Használati mód	villaállványról, vagy anélkül tüzelve
Páncélatűtő képessége	gránátfüggő
Rombolási sugara	gránátfüggő
Biztonsági távolság a Venturi-cső mögött (± 45°)	5/60 m (élőerőre)
Működési hőmérséklet tartománya	–40 °C – +60 °C (212 K – 333 K)
A fegyver élettartama	20 év, vagy 1000 éles lövés
A kezelők száma	1 fő irányzó, 1 fő irányzóhelyettes
Lehetséges tüzelési testhelyzetek	fekve, ülve, térdelve, állva



4. ábra. A rendszeresítésre váró új lézervezérlésű GCGM gránát [12]

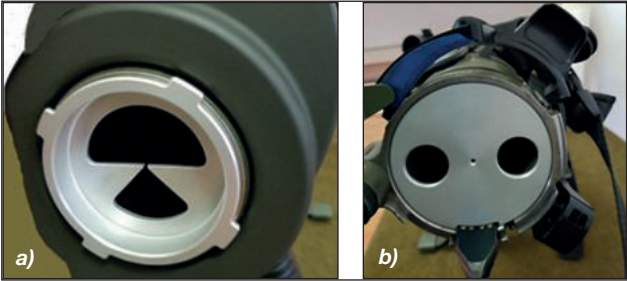
M4 gránátvető biztonságos hordozását vagy szállítását. A berendezés lövésszámláló funkciót is betölt.

A VILLAÁLLVÁNY

A villaállvány a löveg biztos feltámasztására szolgál a talajon, vagy épített szerkezeteken annak érdekében, hogy lehetővé tegye az irányzónak a biztos célzást, illetve a fegyver célon tartását.

A VÁLTÁMSZ ÉS A MELSŐ MARKOLAT

A távolságban állítható váltámsz a fegyver biztos megtartására szolgál, amennyiben az eszközt az irányzó megfelelő módon a vállgödrébe fekteti. A mellső markolat szintén állítható, a fegyvernek mind a négy (fekvő, ülő, térdelő, álló) testhelyzetben történő biztos megtartását szolgálja.



5. ábra. A hidegbelövő-betét a csőtorkolatban a), illetve a csőfarban b) (Fotók: Dr. Földi Ferenc)

A SZÁLLÍTÓFOGANTYÚ

A fogantyú megkönnyíti a gránátvető mozgását terepen, szállításhoz kihajtható.

A SZÁLLÍTÓHEVEDER

A gránátvetőt ezzel a szabályozható hosszúságú hevederrel lehet hátán viselve a harctéren, akár harctevékenység közben is szállítani.

A SZÁLLÍTÓLÁDA

A görgős, nagy méretű láda könnyű műanyagból készített nagy szilárdságú héjszerkezet, amely alkalmas a szétszerelt fegyver és összes tartozéka, a tartalék alkatrészek és tisztító szerelések, beállító eszközök rendszerezett elhelyezésére és közös tárolására. Tartalmazza a kezelők egyéni védőeszközeit is.



2. táblázat. A 84 mm-es gránátkészlet főbb elemei [7]

Típus	Leírás
HEAT 551C	Rakéta-póthajtásos, szárnystabilizált HE kumulatív gránát, kiegészítő védelemmel ellátott páncélozott járművek ellen is alkalmazható. Hatásos lőtávolság 700 m, páncélatütés – homogén páncél esetén – 350 mm.
HEAT 751	Rakéta-póthajtásos, szárnystabilizált HE tandem kumulatív gránát, kiegészítő védelemmel ellátott páncélozott járművek ellen is alkalmazható. Hatásos lőtávolság >500 m, páncélatütés >500 mm.
HEAT 655CS	Szárnystabilizált HE repesz-kumulatív gránát, páncélozott eszközök, bunkerek és gyengén páncélozott járművek ellen. Zárt térből is löhető. Hatásos lőtávolság 300 m, páncélatütés >500 mm.
HE 441D	„Puha”, vagy gyengén védett célok ellen alkalmazható csapódó, vagy időzített gyújtójú repeszgránát, a gránátorron állítható időzítővel. Hatásos lőtávolság légi robbantással 1200 m-ig, becsapódással 1500 m-ig.
HEDP 502	Szárnystabilizált HE repesz-kumulatív gránát, kilövés előtt – speciális betöltési fogással – beállítható csapódó, vagy késleltetett gyújtással (építmény falazatán belül). Hatásos lőtávolság >500 m építmények ellen, behatolás kemény páncélba 500 mm.
SMOKE 469C	Füstgránát 1300 m-ig, a terep fedésére. Lefedési szélesség ~15 m.
TP 552	A HEAT 551 gránát inert rakéta-póthajtásos szárnystabilizált gyakorló gránátja, robbanóanyagot nem tartalmaz, külballsztikája megfelel az éles kézigránátnak.
TPT 141	Inert, nem szárnystabilizált fényjelzős gyakorlógránát, robbanóanyagot nem tartalmaz. Lőtávolság 300 m, a fényjelző is kb. 300 m-ig ég.
SUB-CL 553B	Betétcsőként 7,62x51 NATO űrméretű, huzagolt fegyvercsövet tartalmazó betétgránáttest lőteri gyakorláshoz, fényjelzős lövedékkel 300 m-ig alkalmazható.
ILLUM 545	Felszín bevilágító lőszer, amelyet 2300 m maximális magasságig lehet fellőni. Az ejtőernyővel ereszkedő világító test 30 s-ig világít, 650 000 kandela (cd) fényerősséggel, 400–500 m átmérőjű területet képes megvilágítani.
HEAT 651	Rakéta-póthajtásos, szárnystabilizált repeszromboló gránát megnövelt hatótávolsággal (~1000 m), páncélatütése kisebb, mint a HEAT 551 típusé, de a reaktív páncélzat ellen hatásosabb [8; Ammunition fejezet].
GCGM	Speciális lézervezérlésű, rakéta-póthajtású, szárnystabilizált gránát 2000 m lőtávolságig, jelenleg fejlesztés alatt a Raytheon céggel közösen [6], [9], [10], [11], [12]. A gránát külső (harmadik személy általi) célmegjelölést igényel ¹⁰ .

LŐSZERKÉSZLET

A löveg lőszerkészletéhez egyesített lőszer (a HSN rendszerhez szükséges vetőtöltet-mennyiséggel), és rakéta-póthajtású vetőtöltetes lőszer egyaránt tartoznak. A mintegy 15 fajta lőszer [5] közül, a 2. táblázat és a 2. ábra a Magyar Honvédség számára alkalmazásra tervezett 11+1 gránátot ismerteti. Ez a lőszerkészlet még a kis lövészalagszámok számára is nagyfokú rugalmasságot biztosít. A raj, a tűzpár stb. katonái számos fajta lőszert hordozhatnak, és a röppályán irányított nagy értékű gránátokat takaríthatnak meg olyan helyzetekben, amikor biztosíthatják a célok 100%-os elérését a harc tér sokszor változó lőtávolságain (felesleges túllövések nélkül). A célok jellegének megfelelő mértékű rombolást érhetnek el a megfelelő gránát használatával a kevés, vagy indokolatlanul nagy romboló erő kizárásával, illetve a mozgó célpont eltalálásának képességével. Fontos kiemelni, hogy ugyanezek az aleységek a tűzharcban ezzel az eszközzel képesek könnyebben, és főként gyorsabban váltani az éppen aktuális célokra legjobban megfelelő különböző típusú gránátok között, miközben továbbra is nagyobb tűzlefedettséget tartanak fenn, mint amit irányított páncéltörő rakétavetővel lehetne elérni. [12] Alkalmazásuk olcsóbb az irányított rakétagránátokénál, mert az M4 GCGM⁸ rakétája mellett ugyanebből a vetőcsőből indítható a többi repeszromboló, vagy kumulatív gránát is, legfeljebb az optikai irányzék tárcsáin kell beállítást változtatni.

Minden egyes lőszerre (gránátra) jellemző, hogy a vetőcsőből egy, a gránát végére sajtolt könnyűfém hüvelybe helyezett vetőtöltet indítja. A rakéta-póthajtású gránátok stabilizáló szárnyait a gránáttestre rögzítették, az e nélküliek egy, a gránát végére kapcsolt szerkezetben hordozzák azokat. A szárnyak a röppályán nyílnak ki. A vetőtöltet hüvelyének végét a HSN-működés biztosítására egy, a löpor-gázok nyomásának hatására átszakadó műanyag tárcsa (alaplap) zárja le, amely repeszei a Laval-csőtoldaton keresztül hátrafelé távoznak a vetőből.

6. ábra. A CGM4 fegyverrendszer vöröspontos (másodlagos) irányzéka (Fotó: Birinyi János)





7. ábra. A vöröspontos irányzék és a ballisztikai beállító tárcsái (Fotó: Birinyi János)

A gránátok figyelemre méltó találati pontosság képessége – amely jobb a PG-7/PG-9 gránátokénál – az M4-hez kifejlesztett gránátok kialakításának köszönhető. Ezt az egyfűvókás, centrális *rakétahajtómű* tolóerővektorának, és a *szárnyegyüttesen* ébredő légerők egymáshoz, és a gránát tömegközéppontjához képesti helyzetének viszonya, valamint a gránáttest aerodinamikai kialakítása, tömege biztosítja. A vetőcső húzogatása a gránáttest elejét körbefogó tömítőgyűrűn keresztül adja meg a gránát kezdeti megforgatását, amit a *szárnyegyüttes* stabilizál a röppályán. Lényeges, hogy a kumulatív gránátok átütőképességét ennek a tengely körüli forgásnak a mértéke nem rontja.

Az alaplap szerepe a vetőtöltet elszigetelése a környezettől, és a vetőtöltet égéskezdetekor a lőporgáznyomás felfutásának elősegítése, mielőtt el nem égett lőpor távozna a környezetbe.

Az irányzóhelyettes a gránátokat párosával összefogott, légmentesen zárt, hengeres műanyag konténerekben kézben, vagy hátán szállíthatja. Ezekből az eszközökből a tűzkészre szerelt gránátok könnyen kicsúszthatók.

IRÁNYZÉK

Az M4 gránátvető négy különböző, a löfeladatokhoz optimalizált, a vetőcsőre rögzített Picatinny-sínre felszerelhető irányzékkel rendelkezik:



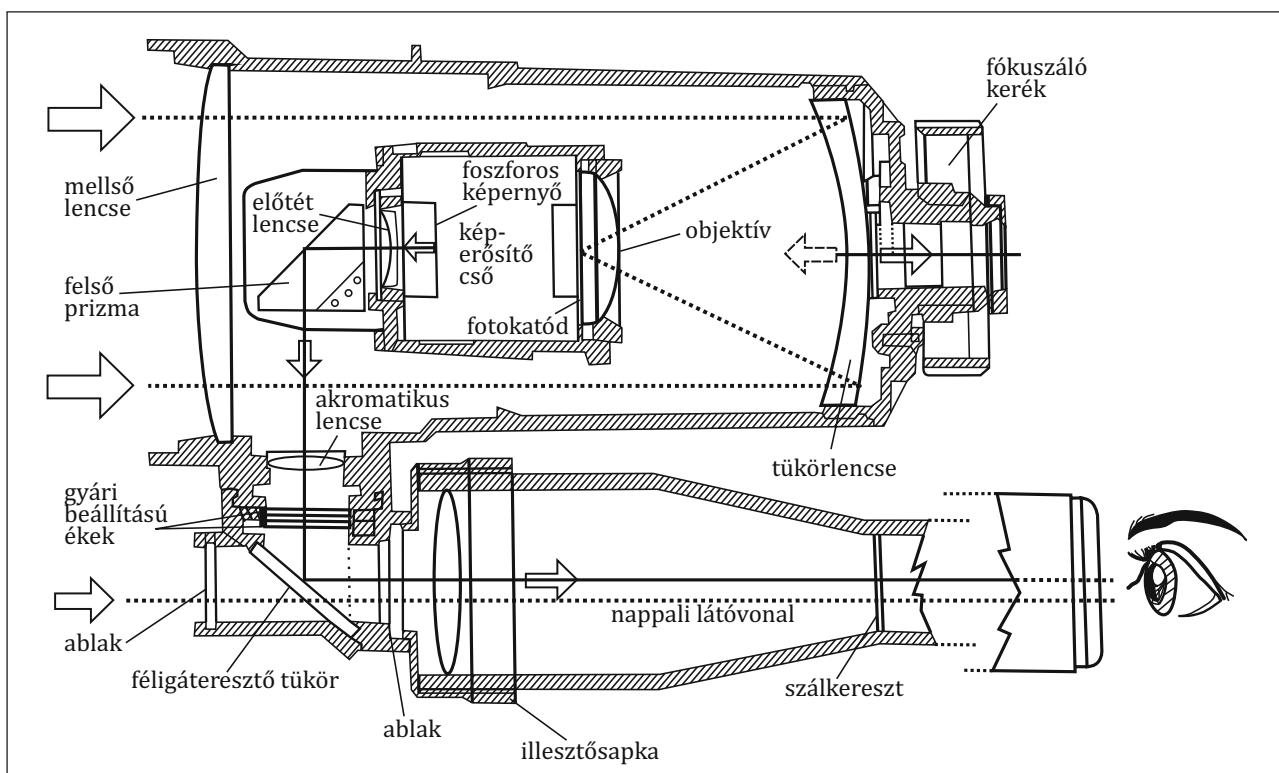
8. ábra. A CGM4 fegyverrendszer háromszoros nagyítású, 557B jelű, elsődleges optikai irányzékkel (Fotó: Birinyi János)



9. ábra. A KN250 MK3 XR5 éjjellátó előtét az 557B jelű, elsődleges optikai irányzékön (Fotó: Birinyi János)

- nyílt irányzék hagyományos kivitelben, de állítható nézőkével (a Magyar Honvédség nem vásárolta meg);
- vöröspontos irányzék (Meopta M-RAD red dot sight) a lőtávolsághoz és a környezeti viszonyokhoz állítható szerelvénytálpal. Ez a fegyver másodlagos irányzéka (6., 7. ábra), használaton kívül behajtható a vető teste mellé, azaz ebben az állapotában a c., vagy d. pontban leírt típusú optikai irányzék is akadály nélkül használható (9., 12. ábra); [13]
- 557B jelű optikai irányzék, a rászerezhető KN250 MK3 XR5 típusú passzív éjjellátó előtéttel. Ez a fegyver alapvető irányzéka. A szintén a lőtávolságnak és a gránát típusnak megfelelő mértékben állítható szerelvénytálpal rendelkező, háromszoros fix nagyítású irányzó távcső szátkeresztjének jelei lehetővé teszik a nagyobb méretű mozgó célokra történő eredményes tűzvezetést is. A KN250 egyszeres nagyítású műszer „csillagfény-erősítésű”, azaz a háttér maradékfényét felerősítő, $-40 - +55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($233 - 328\text{ K}$) között alkalmazható berendezés⁹ (8–10. ábrák). [14]
- Aimpoint FCS13RE típusú lézertáv mérővel és digitális löelemképzővel kiegészített elektronikus irányzó műszer (11., 12. ábra), az elsütőberendezés közelében elhelyezett segéd kezelőelemekkel (13. ábra), amelyek lehetővé teszik az irányzó egyes feladatainak távolról történő vezérlését (joystickkel, nyomógommbal annak érdekében, hogy az irányzó katonának ne kelljen kinnélnie a műszer látómezejéből a tüzelés előtt. A lézertáv mérő által mért céltávolság (20–4000 m) és a





10. ábra. A KN250 műszer sematikus metszete (a [14., 8. o.] alapján szerkesztette a szerző)



11. ábra. Az Aimpoint FCS13RE irányzék az CGM4 fegyverrendszerre felszerelve (Fotó: Merckle Bálint)

12. ábra. Célzás az Aimpoint FCS13RE típusú irányzékkal (Fotó: Birinyi János)



13. ábra. Az Aimpoint FCS13RE irányzék kiegészítő vezérlő-joystickja (1) és a vezérlés vezetéke (2) (Fotó: Birinyi János)

lőszertípus jellemzői alapján a lőelemképző a kiszámított értékeknek megfelelően állítja be a vöröspont helyzetét, amelyet az irányzónak a cél képére kell illesztenie. [15] Ez a műszer azonban nem képes vezérelni a tervezett GCGM önirányzó gránátot, mert az külön lézermegvilágítást igénylő, félaktív önvezérlő lövedék. A műszerhez tartozik (hozzákapcsolható) egy katonai kivitelű tablet is az információcsere és a rendszerdiagnosztika biztosítása érdekében.

A felsorolt b)–d) optikai irányzóműszereket (azok optikai tengelyét) a hazai gyakorlatban is ismert, elsősorban harcokcsilövegeknél alkalmazott gyors eljárás szerint lehet és kell úgy összehangolni, hogy mindkét tengely azonos, kellő távolságban (300 m) még felismerhető célpontra mutasson. Ennél az eszközknél azonban minden vetőcső rendelkezik egy hidegbelevő-készlettel, amely a csőtorkolatba és a csőfarba helyezhető, (5. ábra) és a kialakított réseken keresztül a fegyvercső a kívánt pontra irányozható. (Ebben

az esetben a használati útmutató [3] a „sátortetőgerinc csomópontja” javasolja.) A mereven megfogott fegyver optikai irányzéka saját beszabályozó elemeivel beállítható erre a célpontra, de ezt a műveletet nem szükséges minden irányzékváltásnál újra elvégezni, amennyiben az optikát egyszer hozzászabályozták a fegyvercső tengelyéhez. Erre a Picatinny-sínes rögzítés ad kellő garanciát.

A 2. táblázatban foglaltakon kívül a löszerpalettához tartozik még az ADM 401 jelű területvédelmi löszer, amelyet dzsungelharcra, vagy beépített területeken közeli védelemre optimalizáltak. Az ASM 509 épületromboló gránát (hasonló, mint a HEDP 502-es) szintén csapódógyújtós, téglá-, illetve könnyűbeton falon történő áthaladás után késleltetett gyújtós üzemmódban. Hasonló feladatot lát el az MT 756-os gránát, de a falazatot nem a gránát mozgási energiájával töri át, hanem a kettős (tandem) robbanófej mellő robbanófeje üti át az építmény vastagabb falát, a hátsó pedig csak ezután robban belül, ezért nem igényel külön töltési fogást, mint elődje, a HEDP 502-es. Ezeknek a löszereknek a megvásárlása jelenleg nincs napirenden.

(Folytatjuk)

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Gáspár Tibor, „Fejezetek a Fegyverzeti Szolgálat és jogelődei történetéből IV. rész” *Katonai Logisztika* 21. 1. szám (2013): 88–153. oldal
http://epa.oszk.hu/02700/02735/00075/pdf/EPA02735_katonai_logisztika_2013_1_088-153.pdf;
- [2] Nagy István, „A magyar Honvédség löszerkészletének elemzése, korszerűsítésének lehetséges módjai II. rész” *Katonai Logisztika* 8. évf. 4. szám (2000): 70–87. oldal
http://epa.oszk.hu/02700/02735/00035/pdf/EPA02735_katonai_logisztika_2000_4_070-087.pdf;
- [3] SAAB DYNAMICS AB: 84 mm-es RCL Carl Gustaf M4: Használati útmutató 4. kiadás; 2019-03-05;
- [4] Russianoptics.net, „PGO-7 Rocket Launcher Optic” Elérés. 2021. 03. 17.
<https://russianoptics.net/PGO.html>;
- [5] „Carl Gustaf páncéltörő löveg” – *Wikipédia* Elérés. 2021. 03. 17.
https://hu.wikipedia.org/wiki/Carl_Gustaf_panceltor_loveg;
- [6] Scott R. Gourley, „SOCOM Seeks Lighter Carl Gustaf” *DefenceMediaNetwork*, 2013. 04. 22.
<https://www.defensemianetwork.com/stories/socom-seeks-lighter-carl-gustaf>;
- [7] Minden egyes tárgyalt löszer leírása; SAAB dokumentáció, külön-külön füzet a 84 mm-es érintett löszerről, magyar nyelven (9 db füzet);
- [8] „Carl Gustaf 8.4cm recoilless rifle” *Wikipedia*
https://en.wikipedia.org/wiki/Carl_Gustaf_8.4cm_recoilless_rifle;
- [9] Shawn Snow, „The Carl Gustaf Is Getting a ‘Game Changing’ Laser-Guided Munition”. *Army Times*, 2018. október 9.
<https://www.armytimes.com/news/your-army/2018/10/09/the-carl-gustaf-is-getting-a-game-changing-laser-guided-munition>;
- [10] Robin Hughes, „Raytheon, Saab conclude initial guided flight trials of Guided Carl-Gustaf Munition” *Jane’s.com*, 2019. 11. 03.
<https://www.janes.com/defence-news/news-detail/raytheon-saab-conclude-initial-guided-flight-trials-of-guided-carl-gustaf-munition>;
- [11] „Saab and Raytheon Complete Successful Test Firings of Guided Carl-Gustaf Munition” *saab.com*, 2019.10. 31,
<https://www.saab.com/newsroom/press-releases/2019/saab-and-raytheon-complete-successful-test-firings-of-guided-carl-gustaf-munition>;
- [12] Joseph Trevithick, „Guided Rounds Will Turn The Beloved Carl Gustaf Recoilless Rifle Into A Precision Weapon” *War Zone*, 2019. 11. 1.
<https://www.thedrive.com/the-war-zone/30786/guided-rounds-will-turn-the-beloved-carl-gustaf-recoilless-rifle-into-a-precision-weapon>;
- [13] Robin Falkenheim, *RD sight Meopta M-RAD* Saab Dynamics, é. n. 11–17. o.;
- [14] Lars-Örjan Hovbrandt, *KN 250 IMAGE INTENSIFIER* Saab Dynamics, é. n. 23. oldal;
- [15] *Aimpoint FCS13RE rendszer (leírás és kezelési útmutató)* pdf formátumban angolul; szerző, cím, fordító, kiadó és évszám nélkül; csatolt dokumentáció 37 oldal;
- [16] „Újgenerációs páncéltörő gyártása kezdődhet meg a kiskunfélegyházi fegyverüzemben” Pannon RTV, 2020. 10. 23;
<https://pannonrtv.com/rovatok/regio/ujgeneracios-pancelokol-gyartasa-kezdodhet-meg-kiskunfelegyhazi-fegyveruzemben>.

JEGYZETEK

- 1 Kizárólag az egyfokozatú kumulatív robbanófejű PG–7V gránát, mert az OF–7V repeszromboló gránátot nem rendszeresítette a Magyar Néphadsereg, bár a PG–7V repeszhatása köztudottan elenyésző volt. Ugyanígy nem rendszeresítették a tandem elrendezésű kettős kumulatív gránátokat sem.
- 2 A külszilikailag hosszú, vékony nyílvesző jellegű, rakéta-póthajtású PG–7V gránát a hátsó stabilizáló szárnyai miatt erősen oldalszélérzékeny, illetve ha a keresztirányú áramlás nem homogén, a gránát biztosan célt téveszt, lásd [4] hivatkozott irodalomban, az optikát ábrázoló fotón a széles oldalirányzási skálát.
- 3 United States Marine Corps – az Amerikai Egyesült Államok Tengerészgyalogsága.
- 4 A hangsúly a kézi jelzőn van, mert űrméretét tekintve vitathatatlanul löveg. A hazai gyártásra és később rendszeresítésre tervezett Dynamit Nobel RGW fegyver is ebbe a csoportba tartozik. [15]
- 5 7,62×51 NATO űrméretű betétcsövet tartalmazó betölthető gránáttest, speciális nyomjelző lövedékkel 300 m lőtávolságig. Létezik 20 mm-es löszert tüzelő változata is.
- 6 Korábban az USMC Afganisztánban azokat a célokat támadta ezzel a fegyverrendszerrel, amelyek az 5,56 mm-es űrméretű fegyvereivel már nem érhetők el, illetve amelyek fedettsége még a nagyobb űrméretű mesterlövész fegyverek ellen is hatásos védelmet nyújt. [5], [6]
- 7 A SAAB az eredeti dokumentációban [3] Venturi-csőtoldatnak nevezi ezt az alkatrészt.
- 8 A Guided Carl-Gustaf Munition rövidítése, ideiglenes megnevezés, végső típusjelet a rendszeresítést követően kap.



- 9 Ezzel a típusú műszerrel hajtottunk végre legalább 25 éve éjszakai lövészetet az akkori Haditechnikai Intézet (HTI) táborfalvai lötéren, 600 m távolságban felállított állóalak célokra a Gepárd-fejlesztés során. Mind a Gepárd M1, mind a Gepárd M2 fegyvereken kielégítő eredményt értünk el csillagos, de holdfény nélküli égbolt alatt (minden lövés talált). Kiderült azonban, hogy a Gepárd M2 puska 6×42-es távcsővére szerelve a műszer jobb képet kapunk, mint a mesterlövész Gepárd M1 12×50 távcsővére szerelve, mert a gyári adatok szerint legfeljebb 10-szeres nagyítású távcsőre készítették az akkori változatot. A 6×42 távcsővön a műszerrel eredményesen lőhettünk 800 m-re lévő célokra is. (Dr. Földi Ferenc megjegyzése.)
- 10 Az új gránát hivatalos bemutatóját megtartották az amerikai katonai vezetés előtt, információk szerint 11 sikeres indítás során meghibásodást nem tapasztaltak. A gránát ára bár összevethető a konkurens Javelin (Dárda) rakéta árával, de az M4 vető emellett az összes saját, nem irányított gránátját is képes lőni, míg a Javelin csak egyetlen egyet. [12]

Druzsín József

A 100 éves Mátyásföldi repülőtér katonai, repülés- és gyártástörténeti, valamint katonai logisztikai emlékei

Druzsín József őrnagy – lapunk katonai szerkesztője – kötete az Országos Széchényi Könyvtár Magyar Elektronikus Könyvtárának kiadványaként jelent meg. A kiterjedt forrásfeldolgozására támaszkodó, katonai-műszaki és hadtörténeti szemléletű könyv részletesen ismerteti Mátyásföld évszázados múltja visszatekintő katonai és hadiipari objektumának – elsősorban a katonai repülőtérnek és a repülőgépgyárnak, illetve részben a gépkocsiszerelőnek, és az ezekhez kapcsolódó katonai szervezeteknek – a történetét.

A Magyar Honvédség Anyagellátó Raktárbázis mátyásföldi laktanyája napjainkban egy használaton kívüli, füves repülőtér mellett található. Már 1909-től a közelben emelkedtek a levegőbe az első magyar „ős” aviatikusok repülőgépei. A konstruktőrök nevét őrzik Mátyásföldön a repülőtér környéki utcanevek is. A részben polgári repülőtér a légi közlekedés 1921-től hatalmas tempóban fejlődött. Ez volt hazánk első nemzetközi közforgalmi repülőtere.

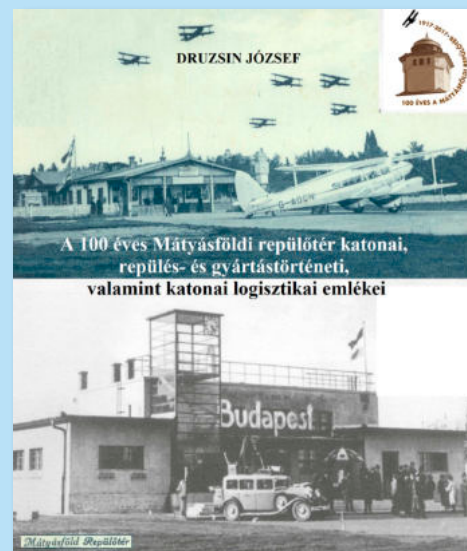
A repülőtér és objektumai egykor meghatározó szerepet játszottak a magyar katonai repülés, illetve a katonai gépjárműellátás fejlődésében. Az I. világháború idején, ezen a területen katonateherautó-gyár katonairepülő-, teherautó- és aggregátor-motorgyár, később vadászrepülőgépgyár is működött. Itt zajlottak a haditechnikai kutatás-fejlesztés forradalmi repülőkísérletei is: 1917-ben itt épült és repült a PKZ-1 katonai helikopter, majd 1918-ban a PKZ-2.

A honvédség szervezeteinek mátyásföldi jelenléte a katonai repülés szempontjából egészen 1917-ig vezethető vissza. Az akkor már katonai parancsnokkal rendelkező hadiüzemben megindult vadászrepülőgép-gyártásra alapozva, 1918-tól megkezdte működését egy, a repülőtéren települő vadászrepülő osztály. 1919-ben a Mátyásföldi repülőtéren repülőképző vadászszázadot állítottak fel, és ettől az időponttól folyamatosan jelen volt a haderő valamely szervezeti eleme Mátyásföldön.

A közelben települt az Uhry testvérek Repülőgép Részvénytársasága, ahonnan a magyar tervezésű és gyártású Levente II. katonai repülőgépeket 1943-tól a Mátyásföldi repülőtérre, a cég itt települő üzemegységébe vontatták végszerelésre és berepülésre. A repülőtér mellett létesített laktanya muzeális értékű „kék hangárában” tárolták többek között Horthy István kormányzóhelyettes, sportrepülő-pilóta repülőgépét. A II. világháború után ugyancsak a laktanyában működött a Haditechnikai Intézet Repülő Kísérleti Állomás, Katonai Átvételi Intézet, katonai járműjavító üzem és raktár stb. is. 1939 szeptemberében Mátyásföldön rendezték az első Légbőlmentési Konferenciát. A repülési bemutatón a Magyar Vöröskereszt mentőrepülőgépéből az ápolószemélyzet közül két hölgy is ejtőernyővel ugrott ki.

A digitális formában megjelent kötet a mátyásföldi magyar katonai és polgári repülés történetének centenáriuma jelent meg. Szerzője a logisztika repülőműszaki területén több mint egy évtizedet szolgált Mátyásföldön. A kötetet a katonai repülés története iránt érdeklődő olvasóknak ajánljuk.

A magánkiadásként megjelent 50 oldalas kötet 24 ritkán látható fényképfelvételt és 14 oldal képmellékletet is tartalmaz. A kiadvány díjmentesen letölthető az OSZK-MEK oldaláról: <https://mek.oszk.hu/20400/20462>



1. ábra. A TheMIS CASEVAC UGV-n szállított sebesült, a biztosító, és a járművet távirányító katoná (Fotó: Ocskay István)

Ocskay István*

Észt robotikai innováció

Az integrált, moduláris, vezető nélküli szárazföldi járműrendszer munkacsoport eredményeinek bemutatása

ELŐZMÉNYEK

Az Európai Unió tagállamai, a védelmi és biztonsági együttműködés hatékonyságának növelése érdekében 2017-ben létrehozták az Állandó Strukturált Együttműködés szervezetét, a PESCO-t (Permanent Structured Cooperation). Ez a nemzetközi összefogás az EU védelmi politikáját kézzelfoghatóbbá teszi azáltal, hogy bizonyos katonai formációkat és kezdeményezéseket a PESCO alá von össze. [1] A PESCO az EU közös biztonság- és védelempolitikájának része, amelyben a 27 európai uniós tagállam – Dánia és Málta kivételével – összes hadserege részt vesz. A PESCO iMUGS (Integrated Modular Unmanned Ground System – integrált, moduláris, vezető nélküli szárazföldi járműrendszer) munkacsoportjához 11 ország¹, köztük Magyarország is csatlakozott, amelyet az Magyar Honvédség Modernizációs Intézet szakértői képviselnek.

Az észt vezetésű munkacsoport célja, hogy olyan UGS-rendszereket (Unmanned Ground System – szárazföldi ve-

zető nélküli rendszer), járműveket fejlesszenek ki, amelyek képesek az egymással vagy más, vezető nélküli légi járművel (UAV – Unmanned Aerial Vehicle), illetve ember vezette eszközökkel történő együttműködésre harci támogató és/vagy harcbiztosító feladatok ellátása érdekében. [2]

Az UGV-járművek kategóriájába azok a szárazföldi járművek tartoznak, amelyek különféle harctéri vagy biztosítási feladatok ellátása érdekében távirányítással, részleges, vagy teljes önirányítással képesek tevékenykedni. Kialakításuk terén teljes a változatosság, hiszen kerek, lánctalpas, de akár mászólásos kialakítással is rendelkezhetnek. Védelmük érdekében gyakran alkalmaznak páncélozást, de lehetnek páncélozás nélküliek is. Kialakításuk rugalmasan igazodik feladatuk jellegéhez. [3]

2021. június 8–11. között az észtországi Tapa városában, a PESCO iMUGS munkacsoport-ülésének keretében került sor az észt Milrem hadiipari vállalat demonstrációjára, ahol a PESCO UGS munkacsoportja, a 2019-es megalapítása óta eltelt részeredményeket mutatta be.

ÖSSZEFOGLALÁS: A szerző az MH Modernizációs Intézet szakértőjeként vett részt az innovatív észt Milrem hadiipari vállalat bemutatóján, amelyen az integrált, moduláris, vezető nélküli szárazföldi járműrendszer munkacsoport eredményeit ismerhette meg a szakmai közönség. Az előremutató fejlesztések ellenére a bemutatott eszközök még nem képesek autonóm működésre, de a PESCO iMUGS program célkitűzései között szerepel, hogy a távirányítású vezetési módot a saját szenzorok által nyert információk, valamint a mesterséges intelligencia által tervezett útvonalak általi önvezető képességekkel váltsák fel.

KULCSSZAVAK: PESCO, Milrem, UGS, TheMIS, Type-X

ABSTRACT: The author participated in the presentation of the innovative Estonian company Milrem as an expert of the HDF Institute of Modernization, where the professional audience could get acquainted with the results of the integrated, modular, unmanned vehicle system working group. Despite forward-looking developments, the devices presented are not yet capable of autonomous operation, but one of the objectives of the PESCO iMUGS program is to replace the remote driving mode with self-driving capabilities through information obtained from its own sensors and routes calculated by artificial intelligence.

KEY WORDS: PESCO, Milrem, UGS, TheMIS, Type-X

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

A FEJLESZTÉSEK EREDMÉNYEI

A 2013-ban alapított Milrem vállalat szabadtéri bemutatójára az Ész Hadsereg Tapa város melletti gyakorlóterén került sor 2021. június 10-én. Az ész rendezvényt további hat bemutató követi majd, a munkacsoportban részt vevő országok – Lettország, Finnország, Franciaország, Németország és Hollandia – tesztelési helyszínein.

A Milrem bemutatta a THeMIS típusú UGV-járműveit, valamint a Type-X vezető nélküli harcjárművét is. A bemutatón részt vevő német KMW (Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG) védelmi cég képviselője bejelentette, hogy 2021. június 8-tól 24,9%-os résztulajdont vásároltak a Milrem vállalatban. A KMW egy, UAV-k irányítására átalakított, egyelőre csak prototípusként létező, 8x8 hajtásképletű Boxer harcjárművet mutatott be. A harcjárművön két, a litván Atlas Dynamics vállalat által kifejlesztett, NEST elnevezésű drónindító-fogadó platform kapott helyet.

A THeMIS vezető nélküli szárazföldi járművet (2. ábra) a Milrem 2014-ben fejlesztette ki. Az eszközt a 2015-ös londoni Nemzetközi Védelmi és Biztonságtechnikai Kiállításon (Defence and Security Equipment International – DSEI) mutatták be, azóta többféle kialakításban, felfegyverzett és fegyvertelen változatban is gyártják. Az 5. verziójának UGV sikerességét jelzi, hogy az afrikai Maliban béketeremtő misszióban tevékenykedő ész katonák az eszközt már 2019 óta használják logisztikai és támogató feladatokra. Jelenleg szállító (Cargo), aknavető-hordozó (Mortar carrier) és sebesültekhiordó (CASEVAC – Casualty Evacuation) verziókban érhető el, de kísérleti jelleggel, felfegyverzett változatokban (pl. M2 nehézgéppuskával) is gyártják. (1. táblázat) A jelenleg gyártásban lévő eszközök hibrid (díz-elktromos) hajtással készülnek, amelyben egy dízelmotor-generátoron keresztül tölti energiával a beépített akkumulátorokat, amelyek két villanymotor közbeiktatásával hajtják meg a gumiláncalpakkkal szerelt futóműveket. A szállítótér a két láncaltp között helyezkedik el. Mivel a jármű két oldala között, hajtás szempontjából csak elektromos kapcsolat van, mechanikus kapcsolat, mint például hajtáslánc, kormánymű nem korlátozzák a hozzáférést az eszköz szállítótéréhez, így az könnyen, és akár nagy mértékben is módosítható, változtatható, az igényekhez adaptálható. A dízelmotor a generátorral egybeépítve az eszköz bal oldalának közepén helyezkedik el, ahonnan elektromos kábelon keresztül történik a jobb és a bal oldalon elhelyezett akkumulátorok töltése. Vészüzemben a két láncaltpfél külön-külön

2. ábra. Egy megfigyelődrónnal felszerelt THeMIS láncaltpas UGV a tapai bemutatón, Észtországban (Fotó: Ocskay István)



1. táblázat. A THeMIS UGV Cargo változat főbb műszaki adatai (A szerző szerkesztése a [4] alapján.)

Magasság	1150 mm
Szélesség	2000 mm
Hosszúság	2400 mm
Tömeg	1630 kg
Maximális sebesség	20 km/h
Maximális sebesség vontatmányként	80 km/h
Maximális emelkedő	30°
Maximális oldaldőlés	17°
Hasmagasság	400–600 mm
Árokáthidaló képesség	900 mm
Gázlóképeség	610 mm
Fordulási sugár	0 m
Kifejthető maximális vonóerő	21 000 N
Működési idő (hibrid üzemben)	12–15 h
Működési idő (elektromos üzemben)	0,5–1,5 h
Akkumulátorok típusa	Ólom vagy Li-ion
Összeköttetés módja	4 W, MIMO Mesh típusú
Titkosítási protokoll	AES256
Szenzorok	LiDAR ² , hőképképező és nappali kamerák

is mozgatható, de ilyen esetben a jobb oldali láncaltpfelet kívülről külön elektromos táplálásban kell részesíteni. Nagyobb távolságok megtétele során dízel-elektromos hajtással működik a jármű, csendes módban – maximum 90 percig – pedig tisztán elektromosan, a beépített akkumulátorokkal történik a jármű meghajtása. [4]

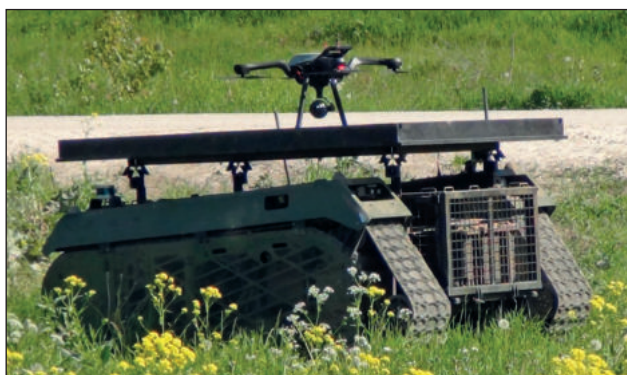
A gyártó az ész Tapa város melletti gyakorlóterén, három megrendezett szituáció keretében mutatta be a járművek képességeit.

Az első szcenárióban egy felderítő feladatot láthatott a szakmai közönség, ahol két Mercedes G–270 típusú, álcázott terepjáró gépjármű érkezett felderítő misszióra. A második jármű vontatott egy THeMIS UGV-t, amelynek dokkoló felületén ún. „drótos” multikopter³ (amely elektromos táplálása és a vett videojelek továbbítása vezetékes alkalmazásával történik) helyezkedett el. (3. ábra) A vontatás során az UGV meghajtó motorjait szétkapcsolták a jármű futóművétől, biztosítva annak szabad elforgását. A járműszerelvény megállása után a felderítőszemélyzet egy percen belül képes volt visszakapcsolni a vontatáshoz kiiktatott hajtásláncot, biztosítva ezáltal az UGV saját mozgását.

Képességeit bemutatta, a forgatókönyv szerint a THeMIS UGV távirányítással előre mozgott a fedezékből egy takarásban lévő bokorcsoporthoz, majd előtte 5 méterrel elfoglalta megfigyelőállását (4. ábra). Az adott helyről 20 méter magasságra felbocsátotta a felderítődrónját, majd az arról kapott információk alapján a felderítőkatonák ak-



3. ábra. Egy Mercedes G-270 típusú, álcázott gépjármű vontatja a THeMIS UGV-t, amelyen elektromágnessel rögzített felderítő drótos drónt helyeztek el (Fotó: Ocskay István)



4. ábra. A drótos drónnal felszerelt THeMIS UGV felderítő feladatban elfoglalja megfigyelőhelyét a tapai gyakorlóterén (Fotó: Ocskay István)



6. ábra. A THeMIS CASEVAC UGV sérült gépjárművet vontat (Fotó: Ocskay István)

navetővel megsemmisítették a drón által felderített céltárgyat. A drón a levegőben maradvá elvégezte a megsemmisített terepszakasz tűzcsapás utáni értékelését, majd visszaerészkedett az indítóállására, ahol elektromágneses eljárással rögzült. A THeMIS UGV visszatért a Mercedes terepjárókhoz, ahol a személyzet leválasztotta a hajtásláncról az elektromos meghajtómotorokat, és vontatmányként csatlakoztatta az UGV-t, majd a felderítőraj elhagyta a helyszínt. Bár a THeMIS UGV-t felszerelték LiDAR-ral is, amely alapesetben képes biztosítani az eszköz körül lévő tereptárgyak detektálását, önvezető üzemmódban azonban nem, csak távirányítással mozgott a felderítő feladata során.

A második forgatókönyv szerint egy 8x8 kerékképletű Boxer kerekes harcjármű vezetési ponttá átalakított, feladatorientált modullal ellátott változata érkezett a bemutató helyszínére, vonóháromszögön maga mögött vontatva egy THeMIS UGV-t. A Boxer tetőpáncéljára két NEST dokkolót építettek, amelyekben egy-egy AtlasPRO háromrotorú drónt helyeztek el.

5. ábra. A Boxer páncélozott felderítő harcjármű THeMIS UGV-t vontat (Fotó: Ocskay István)



A bemutatótér jobb oldalán egy harci sérülést imitáló Mercedes G-270 típusú gépjármű várakozott, amelynek vezetője – a forgatókönyv szerint – súlyos sérülést szenvedett. Balról egy lövészrajt szállító páncélozott harcjármű érkezett, amely a sérült járműtől mintegy 100 méterre megállt. Miközben a kezelők a CASEVAC-változatú UGV-t üzemkész állapotba helyezték, a NEST-ből felszálló drónok megfigyelték a területet. A hordággal felszerelt THeMIS távirányítással közelítette meg a sérült járművet, majd a sebesült gépjárművezetőt felemelték a hordágyra. Ezt követően a két segítő katona is felszállt az UGV-re, amely visszatért a Boxerhez. (1. ábra)

Amíg a sérültet elszállították, az UGV visszatért a G-270 típusú terepjáróhoz, vontatókötélre vette, és elvontatta a helyszínről. Az alig 1600 kg tömegű UGV könnyedén vontatta a sérült terepjárót, de akár nagyobb harcjármű vontatására is képes. (6. ábra) Az UGV szállítófelületére két hordágy is elhelyezhető, ilyen esetben azonban a kísérő személyzet nem fér fel a járműre.

7. ábra. A THeMIS UGV távirányítását végző katona (Fotó: Ocskay István)





8. ábra. A TheMIS UGV követő üzemmódban, egy árokakadály előtt (Fotó: Ocskay István)

A bemutatón részt vevő UGV-n nem helyeztek el az autonóm alkalmazáshoz szükséges LiDAR érzékelőket, csak a biztonságos távirányításhoz szükséges kapcsolatot biztosító MIMO Mesh antennákat és optikai szenzorokat. A jármű távirányítását az egyik lövészkatona végezte játékkonzol jellegű távirányítóval, amelyhez háton viselt rádió- és akkumulátortelepet csatlakoztatott. (7. ábra)

A harmadik szcenárió során bemutatták a két TheMIS UGV követő módban történő alkalmazását. Az egyik jármű automatikus módban követte a kezelőt, aki bonyolult terepen, de az UGV által leküzdhető akadályokon, árkon, farrönkökön haladt keresztül. (8. ábra)

A jármű eljutott egy másik, a terepen álló TheMIS járműhöz, ahol a kezelő konvojba állította az eszközöket. Ezt követően a kezelő gyalogosan bejárt egy útvonalat a járművek nélkül, majd visszatért a járművekhez. Az élen álló jármű, a kezelő mozgása során nyert GPS-adatok alapján végiggördült az útvonalon, a mögötte követő módban haladó másik UGV-vel. (9. ábra)

A bemutató zárásaként látható volt az észtt vállalat legújabb, már új koncepciót képviselő terméke, a *Type-X vezető nélküli harcjármű*, amely gyártását kifejezetten harckocsik vagy gyalogsági harcjárművek mellé, kísérő/támogató (wingman) feladatkör ellátására szánják. A Type-X UGV



10. ábra. A Milrem Type-X vezető nélküli harcjármű, Cockerill 25 mm-es géppuskával rendelkező toronymakettel szerelve (Fotó: Ocskay István)

feladata megegyezik a gyalogsági harcjárművek feladatrendszerével, tűztámogatást biztosítanak harckocsicsapatok, vagy a páncélozott szállító harcjárműveket alkalmazó gyalogság számára. (10. ábra)

9. ábra. A két követő üzemmódban közlekedő TheMIS UGV, és a járművek kezelője (Fotó: Ocskay István)





11. ábra. A Milrem Type-X vezető nélküli harcjármű, nagy sebességű manőverek közben (Fotó: Ocskay István)

2. táblázat. A Type-X felfegyverzett UGV főbb műszaki adatai (A szerző szerkesztése az [5] alapján.)

Magasság	2200 mm
Szélesség	2900 mm
Hosszúság	6000 mm
Tömeg	12 000 kg
Hasznos teherbírás	4100 kg
Maximális sebesség közúton	80 km/h
Maximális sebesség terepen	50 km/h
Maximális hátrameneti sebesség	50 km/h
Maximális emelkedő	45°
Maximális oldaldőlés	18°
Hasmagasság	500 mm
Gázlóképesség	1500 mm
Fordulási sugár	0 m
Lövedékálló képesség	STANAG 4569 (L4)
Repszálló képesség	STANAG 4569 (L4)
Akna elleni védelem	STANAG 4569 (L1)
Fő fegyverzete	Max. 50 mm-es géppágyú
Párhuzamosított fegyver	7,62 mm-es géppuska

A Type-X már az UGV-rendszerek egy új, magasabb szintjét képviseli, amely a méreteiből is kitűnik (2. táblázat). A 6 méter hosszú, 2,9 méter széles és mindössze 2,2 méter magas, felfegyverzett harcjárművet egy V8-as, 368 kW-os (500 LE) teljesítményű dízelmotor hajtja meg, generátor és elektromos motorok közbeiktatásával, tehát hibrid hajtással rendelkezik. Gumilánctalpát a Soucy vállalat gyártja, a jelenleg csak mock-up kialakításban látható, akár 50 mm-es géppágyúval is felszerelhető távirányított tornyát pedig a belga Cockerill vállalat szállítja.

ÖSSZEGZÉS

Bár a Type-X harcjármű személyzet nélküli, a létfontosságú vezérlő- és működtető egységeit páncélvédelemmel látták el, amely a STANAG 4569 szerinti Level 4-es szintnek megfelelő védelmet biztosít, aknavédelme azonban csak Level 1 szintű. Az eszközt harcjárművek mellé, kiegészítő, elterelő, támogató tűzfeladatok végrehajtására ter-

vezték, bár a jelenlegi szenzor- és vezérlési rendszereivel ez a feladat még nem teljesíthető.

Az innovatív észt vállalat bemutatója mindenképpen előremutató volt, bár a bemutatott eszközök jelenleg még nem képesek terepi autonóm működésre. A bemutatott járművek távirányítással, követő üzemmódban vagy GPS-koordináták lekövetésével hajtották végre feladataikat.

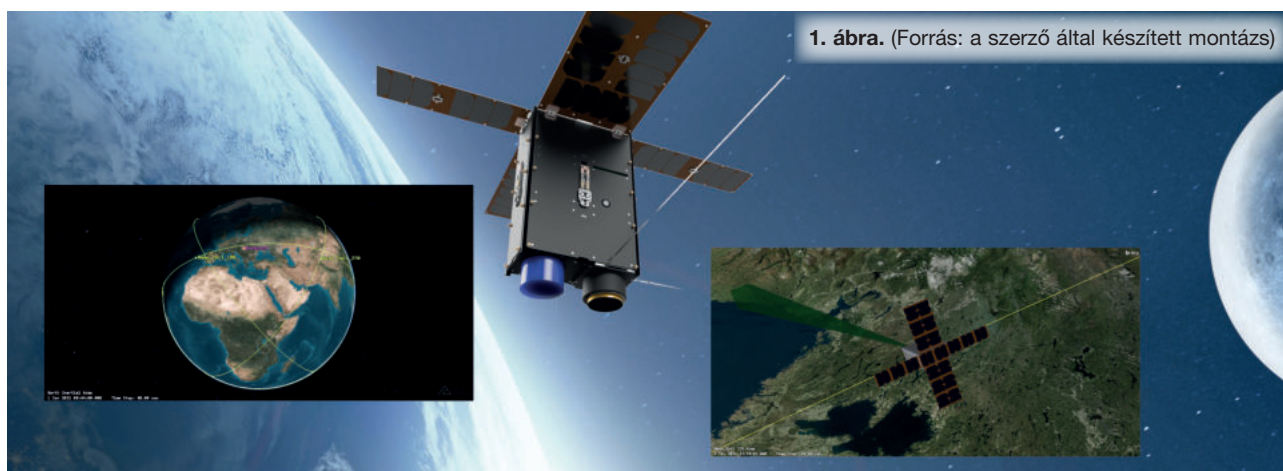
A PESCO iMUGS programcélkitűzései között szerepel, hogy a távirányítású vezetési módot minél előbb váltsák fel a saját szenzorok által nyert információk, valamint a mesterséges intelligencia által megtervezett útvonalak általi önvezető képességekkel.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] „PESCO: a hatékonyabb védelmi együttműködésért az EU-ban” Európai Parlament, Hírek, 2017.12.11 <https://www.europarl.europa.eu/news/hu/headlines/security/20171208STO89939/pesco-a-hatekonyabb-vedelmi-egyuttmukodesert-az-eu-ban>;
- [2] „Integrated Unmanned Ground System (UGS)” <https://pesco.europa.eu/project/integrated-unmanned-ground-system-ugs/> (Letöltve: 2021.7.27.);
- [3] „The Role of Autonomous Unmanned Ground Vehicle Technologies in Defense Applications” Aerospace & Defense Technology, 2020. 10. 01. <https://www.aerodefensetech.com/component/content/article/adt/features/articles/37888>;
- [4] „TheMIS,” *Milrem Robotics* <https://milremrobotics.com/defence/> (Letöltve: 2021.7.28.);
- [5] „Type-X Combat” *Milrem Robotics* <https://milremrobotics.com/product/type-x-combat/> (Letöltve: 2021.8.2.);
- [6] „Tethered Drones & UAVs” Unmanned Systems Technology <https://www.unmannedsystemstechnology.com/category/supplier-directory/platforms/tethered-drones-uavs> (Letöltve: 2021.7.27.);
- [7] Broadfield Security Services: AtlasNEST -AtlasPRO Docking Station. <https://bssholland.com/products/atlasnest-atlaspro-docking-station> (Letöltve: 2021.7.27.).

JEGYZETEK

- 1 Belgium, Csehország, Észtország, Finnország, Franciaország, Hollandia, Lengyelország, Lettország, Németország, Spanyolország és Magyarország.
- 2 LiDAR: A lézerradar (vagy LiDAR – az angol Light Detection And Ranging kifejezésből alkotott mozaikszó) egy optikai távérzékelő technológia, amivel elsődlegesen a céltárgy távolságát lehet meghatározni, jellemzően lézervény-impulzusok kibocsátásával.
- 3 Angol szakmai elnevezése: tethered drone.



1. ábra. (Forrás: a szerző által készített montázs)

Horváth Attila*

Nanoműholdak alkalmazhatósága védelmi és biztonsági célú űrműveletekben I. rész

A katonai és nemzetbiztonsági műveletek támogatására általában (klasszikusan) alkalmazott űreszközök nagy méretűek (több tonnás méretkategóriába tartoznak). Emiatt gyártásuk időigényes, és a technikai fejlődést csak lassan követik, hiszen élettartamuk (ma már) évtizedes nagyságrendben tervezett. (Az űrtávérzékelés hőskorában alkalmazott, nedves filmre dolgozó fotófelderítő műholdak hasznos élettartama hetekben-hónapokban volt mérhető, mert kifogytak a filmből, ma már – az elektronikus képalkotás miatt – az élettartamot csupán az égi mechanika törvényei korlátozzák). Ezek az űreszközök nagyon költségesek, a pályára állításhoz szükséges hordozórakéták is hatalmasak, drágák és komoly földi infrastruktúrát igényelnek. A távközlés tekintetében a helyzet némiképp egyszerűbb, mert a polgári rendeltetésű geostacionárius távközlési műholdak gyártásával szerzett tapasztalat adaptálható a katonai alkalmazásra, és a hordozórakéták ebben az esetben a polgári műholdaknál is a „hatalmas” méretű kategóriába tartoznak (például a Delta,

az Atlas, a Proton, a Falcon-9 vagy a Falcon Heavy és a GSLV [Geosynchronous Satellite Launch Vehicle]). Az ilyen nagy méretű, nehéz űreszközök mellett szól azonban, hogy igen magas a szolgáltatásminőségük, távérzékelés esetén nagy felbontású mérési adatokat szolgáltatnak, távközlési alkalmazás esetén átviteli kapacitásuk tekintélyes. A nagy méret, a bonyolult technikai feltételek, a hosszú gyártási idő és a magas ár kényszerítőleg hat, hogy ilyen űreszközökből csak keveset tartson rendszerben az üzemeltető állam; egyidejűleg azonban a jelentős képességek nem is igénylik a nagyszámú, egyszerre üzemelő műholdakat. Emiatt azonban igen értékes célpontoknak számítanak, amelyek egy konfliktus esetén könnyen zavarhatók, akár ki is iktathatók.

A 2010-es évekre a mikroelektronika fejlődése lehetővé tette, hogy az űreszközök mérete jelentősen csökkenjen. Ez egy soklépcsős folyamat eredménye: a kisebb méretű és kisebb energiafogyasztású vezérlő- és hasznosteher-komponensek csökkenthetővé tették a meghajtást, az energiaellátó és a termoregulációs rendszereket. Mindez méret- és

ÖSSZEFOGLALÁS: A 2010-es években kirobbant „új űrkorszak” minden korábbinál könnyebbé tette az űrrendszerekhez, űrszolgáltatásokhoz történő hozzáférést. Az oktatási, kutatási célú alkalmazásokból kinőve, produktív iparág alakult ki. A korábban technikai érdekességnek vagy legfeljebb tesztplatformnak tekintett nano- és mikroműholdakból ma már évente több száz indul a világűrbe, hogy ott érdemi üzleti tevékenységeket támogasson. Az állami űrtevékenységek lassabban reagáltak erre a változásra, de mára ezek a miniaturizált űreszközök megjelentek a legnagyobb űrhatalmak katonai rendszereiben is. A tanulmány áttekinti a mikro- és nanoműholdak technikai jellemzőit, felépítését, a lehetséges hasznos terhek típusait és a pályára állítás sajátosságait.

KULCSSZAVAK: mikroműhold, nanoműhold, új űrkorszak, nanohordozórakéta

ABSTRACT: The “newspace” explosion in the 2010s enabled access to space systems and services as we have never seen before. A productive business sector grew out of the educational and research applications. The micro- and nanosatellites, regarded earlier as techno-curiosities or at most testing platforms, are nowadays being launched by the hundreds every year, to support lucrative business activities. The governmental space activities reacted slower to this change. However, the miniaturized space vehicles are now present in the military space systems even of the greatest spacefaring nations. This study presents the properties of micro- and nanosatellites, their components and possible payloads, and the peculiarities of their launch.

KEY WORDS: microsatellite, nanosatellite, newspace, nanosatellite launcher

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

tömegmegtakarítással járt, így kisebb és könnyebb vázszerkezetbe lehetett építeni azokat. Ennek hatására kiépült egy teljes ökoszisztéma, amelyet új űrkorszaknak vagy newspace-nek nevezünk, és egyik eleme kifejezetten az igen kis méretű űreszközök köré koncentrálódik. [1]

Egyetlen eleme hiányzik még a valódi nanoműholdgazdaságnak, mégpedig a kis méretű hordozórakéták megjelenése. Jelenleg ez az iparág egyik legkiemeltebb fejlesztési területe.

A tanulmányban a szerző áttekinti, milyen módon hasznosíthatók a nanoműholdak azon állami tevékenységek támogatására, amelyeket korábban a nagy méretű űreszközök uraltak, és javaslatot tesz egy magyar, biztonsági célú űreszköz-konstelláció kialakítására.

A MIKRO- ÉS NANOMŰHOLDAK TECHNIKAI JELLEMZŐI

Mikroműholdnak a 10–100 kg, nanoműholdnak az 1–10 kg mérettartományba tartozó műholdakat nevezzük (a tömegértékbe beleértendő a műholdon esetlegesen meglévő rakétahajtómű üzemanyaga is – wet mass). [2] A mikro- és nanoműholdak felépítése és komponensei elviekben nem különböznek a nagy méretű műholdaktól, inkább a rendszerelemekben alkalmazott technikai megoldások eltérőek.

A mikroműholdak esetében már lehetséges egyedi tervezésű és gyártású vázszerkezet, de a nanoműholdak (és a származtatott szerkezetek, amelyek definíció szerint már a mikrotartományba esnének) esetében gyakorlatilag egyeduralkodó a CubeSat szabványból történő építkezés. A CubeSat szabvány alapegysége az egységnyi méret- és tömeg egység (1U), amely névlegesen 100×100×100 mm méretet és (a legújabb draft szabvány szerint) 2 kg tömeget jelent. [3] Így egy 1U méretű műhold (mint például a Masat-1) egy literben 2 kg tömegű lehet, de egy 6U műhold a 100×220×340 mm méret mellett már elérheti a 12 kg-ot. Sorozatban gyártanak 6, 8, 12 és 16U méretű vázszerkezeteket (rendre 1×2×3, 2×2×2, 2×2×3 és 2×2×4 U-oldalhossz). [4] (2. ábra) Más méretre is adaptálhatóak a meglévő szerkezeti tervek, de az ettől eltérő nagyság már egyedi tervezésnek tekinthető. A CubeSat méretegység magától értetődően eredményezi, hogy a belső komponensek is ehhez igazodnak, mind fizikai méretükben, mind a mértékegység-használatban (pl. egy 0,6U méretű modul ténylegesen befér egy 1U vázba úgy, hogy annak alapterületét lefedi, és magasságában 60%-ig ér fel). A tanulmányban a szerző nanoműholdnak tekinti a 16U mérettartományig terjedő űreszközöket, mert a CubeSat vázak és építési elvek esetében ez a gyakorlati maximum. Ennél nagyobb méretben már indokoltabb más elvek szerint építkezni.

A CubeSatok teljes értékű űreszközök. Energiaellátásukat a felületükre rögzített napelemek biztosítják, amelyek általában fixen az oldallemezreke ragasztottak, de nagyobb energiaigényű alkalmazásokhoz terveznek harmonikaszzerűen nyitható, nagyobb felületű paneleket is. A meg-



3. ábra. Fedélzeti számítógép-modul [22]

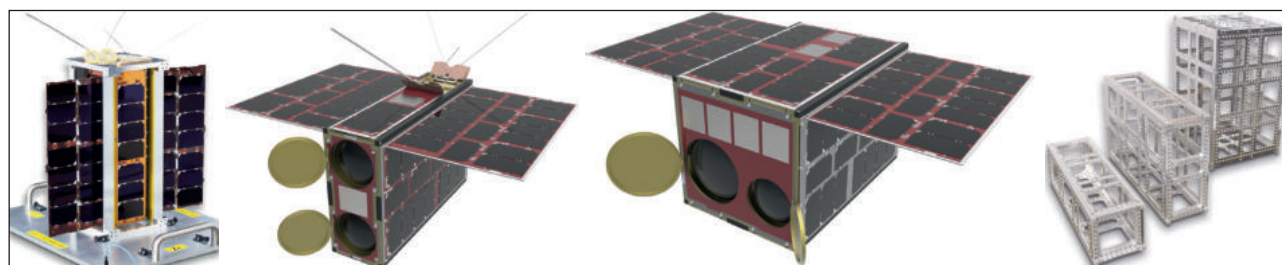
termelt energiát akkumulátorok tárolják. Az energiatermelő és -menedzsment rendszer működésében (a méreten kívül) nem fedezhetünk fel radikális különbséget a nagy méretű űreszközökhöz képest.

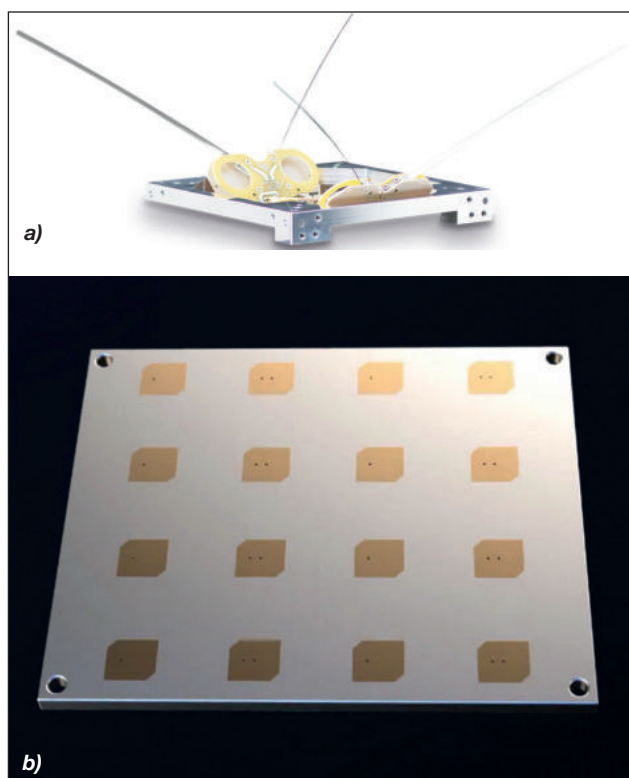
A nanoműholdakat is redundáns vezérlő-számítógép irányítja, amely ma már olyan alkatrészekből épül fel, amelyek biztosítják a Föld körüli pálya sugárzási környezetében a többéves működést, az adatbusz és a hasznos teher vezérlését. (3. ábra)

A kezdeti időkben a CubeSatok kizárólag az UHF-frekvenciatartományban elhelyezkedő rádióamatőr sávban kommunikáltak, mert erre léteztek könnyen, olcsón beszerezhető földi állomásrendszerek. A nanoműholdak gyakorlati alkalmazásainak bővülésével azonban az itt elérhető adatátviteli kapacitás elégtelennek bizonyult, így megjelentek az S és X frekvenciasávú mikrohullámú adatkapcsolatok. [5] Ma már a 3U mérettartomány felett tipikus, hogy egy UHF-sávú, kétirányú vezérlő-állapotjelentő adatvonal mellett egy S- vagy X-sávú adatletöltő kapcsolat elemei is jelen vannak a műholdon. (4–5. ábrák)

A legtöbb távérzékelő hasznos teher és a mikrohullámú adatletöltő kapcsolatok antennái szükségessé teszik a műhold térbeli helyzetének pontos beállítását (orientációs manőverek). A nagy műholdakon ehhez rakétahajtóműveket és nagy tömegű lendkerékrendszereket alkalmaznak.

2. ábra. A 3, 6 és 12 egység méretű műholdtestek, valamint a belső vázszerkezetek [21]





4. ábra. Az UHF frekvenciasávú, V-dipólanntenna a vezérlés részére a) [21], míg az X frekvenciasávú patch antenna a hasznos teher adatkommunikációjának részére szolgál b) [22]

A lendkerekek, arányosan kisebb méretben elhelyezhetők a nanoműholdakon is (igen pontos helyzetbeállításhoz, például képalkotó távérzékeléshez szükség is van rájuk), de sokkal elterjedtebb a passzív és aktív (elektro-) mágneses helyzetbeállítás. [6] A passzív mágnesek biztosítják a Föld mágneses teréhez képest előre tervezhető térbeli helyzetet bármiféle energiafelhasználás nélkül, míg az aktív elektromágnesek (magnetorquerek) ehhez képest tudják elforgatni a műholdat a tömegközéppontja körül, áramfogyasztásuk azonban jelentős. Az orientációs manőverek végrehajtásához szükséges érzékelők (Nap-, csillag- és horizontszenzorok) szintén elérhetők miniatűr méretben is.

A kezdeti időkben a mikro- és nanoműholdak – különösen a CubeSat szabványra alapozottak – nem voltak képesek a röppályájuk megváltoztatására (transzlációs manőverek). Ennek oka az volt, hogy az ilyen műholdak nem önálló hordozórakétán utaztak-utaznak a világűrbe, hanem egy nagy műholdat emelő produktív hordozórakétán, másodlagos teherként. Ebben az esetben a rakétaszolgáltatónak a fő tevékenységi célja az elsődleges teher feljuttatása, amit semmi sem veszélyeztethet. Emiatt a nanoműholdakon nem lehetett pirotechnikai eszköz, robbanó- vagy veszélyes anyag, és nyomástartó edény sem. Ez gyakorlatilag kizárta az akkor ismert rakétahajtóműveket. (A kétkomponensű folyékony hajtóanyagú rakétamotorok robbanásveszélyesek, az egykomponensű katalizált rakéták veszélyes anyagot tartalmaznak, a hideggázos rakéták vagy a gázalapú ionhajtóművek pedig nyomástartó edényben tárolják a gázt.) Ez a helyzet azóta megváltozott, mivel több technológia is létezik, és az azokra alapozott hajtóművek sorozatban gyártottak, amellyel egyszerre biztosítható a hordozórakéta biztonsága és az űreszköz meghajtása. A legelterjedtebbek: a vízgőz [7] (kapillárisfűtéssel működő) és a



5. ábra. Az UHF frekvenciasávú földi állomás antennarendszere [21]

fémgőz [8, 9] (ionhajtóműként működő) rendszerek. Ezek a rakétamotorok igen kis tolóerőt biztosítanak, de ahhoz elegendőek, hogy a Föld körüli pályán kiegyenlítsék a magaslégkör fékező hatását, biztosítsák a kötélekrepülést, és a hasznos élettartam végén a maradék hajtóanyag felhasználásával meggyorsítsák a légkörbe lépést.

A fenti fedélzeti rendszerekkel a nanoműholdak, mikro-műholdak alkalmassá váltak arra, hogy szisztematikusan ugyanolyan szolgáltatásokat nyújtsanak, mint a nagy műholdak. Már csak két komponense hiányzott a produktív nanoműhold-ökoszisztémának: a hasznos teher, és a világűrbe jutás lehetősége.

MIKRO- ÉS NANOMŰHOLDOK HASZNOS TERHEI

A CubeSat-forradalom hőskorában a siker feltétele a világűrbe történő eljutás és a fedélzeti működési adatok (housekeeping) vétele volt. Ha ez sikerült, akkor az űreszköz gyakorlatilag elvégezte feladatát. De ismét a mikroelektronika fejlődése tette lehetővé a hasznos teher-komponensek miniatürizálását. Ebben a tanulmányban a hasznos terheket leszűkítjük az alacsony Föld körüli pályához legjobban illeszkedő csoportra, a távérzékelésre. Ennek két leggyakoribb megvalósítása a passzív elektrooptikai képalkotás és a (szintetikus apertúrájú²) aktív radar alkalmazása.

A piacon számos sorozatban gyártott, a nanoműhold (CubeSat) architektúrához illeszkedő kialakítású kamera



6. ábra. A SimeraSense MultiScape100 CIS kamera [10]

található. 6U testben hozzávetőlegesen (az optikától, a szenzortól és a tényleges keringési magasságtól függően) 4–5 méter közötti terepi felbontásra számíthatunk. Ez a teljesítmény már nagyon sok védelmi és biztonsági célú alkalmazáshoz megfelelő (természetesen elmarad a nagy méretű „kéműholdak” képességeitől). Tipikus alkalmazási példák az ilyen felbontású képalkotás esetén a természeti erőforrások vizsgálata (és abból demográfiai, szociográfiai, urbanizációs, etnikai, illetve hosszabb távú biztonságpolitikai változásokra történő következtetés), illetve természeti vagy ipari katasztrófák kialakulására utaló jelek keresése, folyamatban lévő események térképezése. Ebben a mérettartományban jellemző kamera a Simera Sense MultiScape100 CIS, amely műszaki adatait az 1. táblázat tartalmazza. [10] (6. ábra)

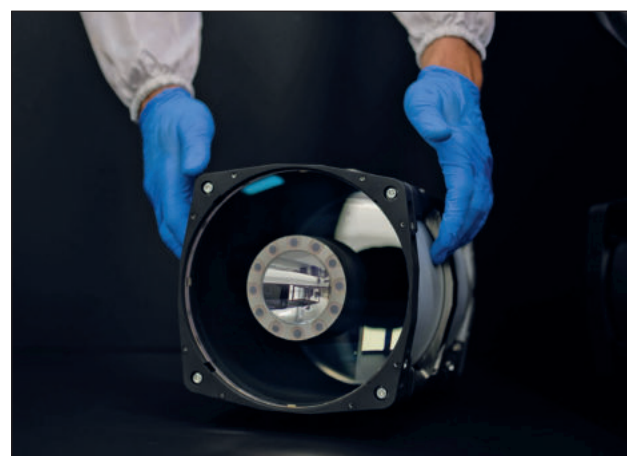
1. táblázat. A Simera Sense MultiScape100 CIS kamera műszaki adatai (Forrás: a szerző szerkesztése a [10] alapján)

Méret	1,8U
Tömeg	1,4 kg
Energiaigény	2,5 W (felvételt készítéskor: 5,8 W)
Frontlencse-átmérő	95 mm
Objektív adatai	Fókusz távolság 580 mm, f/6,1, módosított Cassegrain
Szenzor	4096 pixeles linescanner
Saját memóriában tárolható felvétel mennyisége	Legfeljebb 18 000×19,4 km sávszélesség (500 km pályán)
Spektrális felbontás	7-sávos multispektrális, vizuális és közeli infravörös tartományban

Ugyanez a gyártó nagyobb, 16U műholdtestbe szerelhető kamerát is forgalmaz, így lehetővé téve a családsvű kialakítást. A MultiScape200 CIS (7. ábra) azonos szűrőekkel és elektronikai kialakítással, de nagyobb optikai rendszerrel és szenzorral rendelkezik, emiatt a terepi felbontása 1,5 méter körüli található (pályamagasságtól és kitekintési iránytól függő érték, az 1,5 méter 500 kilométeren nadírbá³ tekintés esetén értendő). (2. táblázat) Ez a nagyobb felbontás már sokkal részletesebb adatgyűjtést tesz lehetővé, akár katonai felderítési feladatok támogatására is alkalmas. A részletesebb adatok azonban több tárhelyet igényelnek, így azonos tárolókapacitás mellett, a felmérhető terep területe jelentősen kisebb. [11]

2. táblázat. A Simera Sense MultiScape200 CIS kamera műszaki adatai (Forrás: a szerző szerkesztése a [11] alapján)

Méret	12U
Tömeg	12 kg
Energiaigény	2,5 W (felvételt készítéskor 5,8 W)
Frontlencse-átmérő	190 mm
Objektív adatai	Fókusz távolság 1067 mm, f/5,6, módosított Cassegrain
Szenzor	9344 pixeles linescanner
A saját memóriában tárolható felvétel mennyisége	Legfeljebb 2000×14 km sávszélesség (500 km pályán)
Spektrális felbontás	7-sávos multispektrális, vizuális és közeli infravörös tartományban

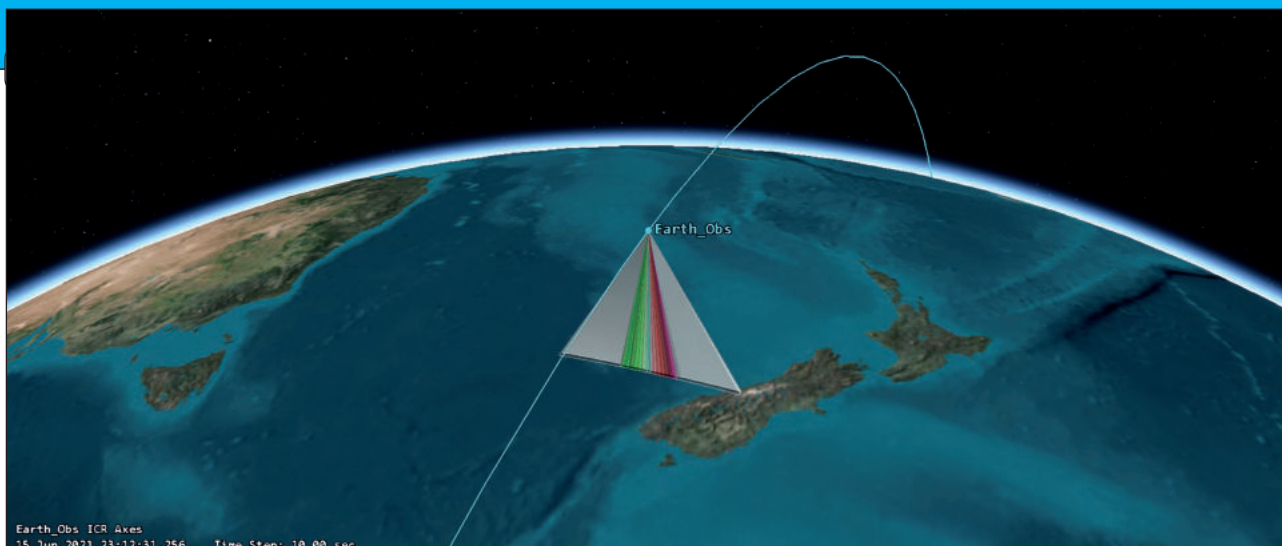


7. ábra. SimeraSense MultiScape200 CIS kamera a frontlencsével és a segédtükrrel [11]

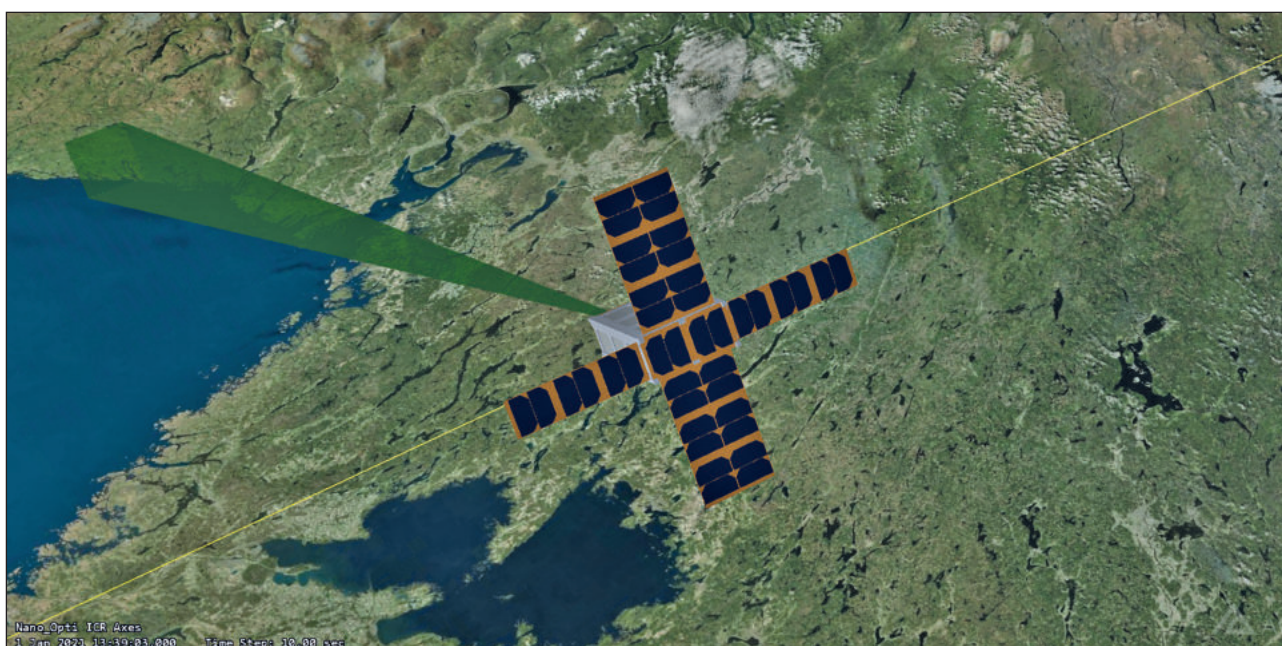
A fenti adatok egy műhold (szenzor) által készített nyers felvételekre vonatkoznak, azonban kötélekben repülő, egymást követő műholdak azonos területet fényképezve lehetőséget adnak térhatású, 3D-s vagy videófelvétel formájában rögzítve 4D-s képalkotásra, illetve akár egy műhold sorozatfelvételei, akár több műhold egy időben készített felvételei számítógépes feldolgozással még több képadat kinyerését teszik lehetővé, amely eljárással a feldolgozott képek felbontása a sokszorosára növelhető (multi-image super-resolution). [12] A nanoműholdas távérzékelő konstellációk különösen alkalmasak a szuperrezolúciós képfeldolgozással történő közös használatra, mivel a konstelláció nagy mennyiségű bemenő képet tud előállítani, de a képfeldolgozás a földön történik, tehát csökkenthető a világűrbe juttatandó tömeg. A mesterséges intelligenciával történő képfeldolgozás hátránya a natívan (eredetileg) nagy felbontású képanyaghoz képest az, hogy ha feldolgozó algoritmus hibázik, akkor valótlan adattartalmat számíthat a felvételbe, vagyis hamis, félrevezető képet állít elő.

Mivel a kamera a nanoműhold testében fixen rögzített, a nadírtól eltérő irányban történő fényképezéshez az egész műholddal végre kell hajtani egy orsózó (roll) manővert. A már említett helyzetbeállító rendszer biztosítja ezt a mozgást a megfelelő pontossággal. A ferde rátekintéssel készített felvételek természetesen torzak, és (a nagyobb távolság miatt) alacsonyabb felbontásúak lesznek a függőleges rátekintéshez képest, de térérzetet adnak a felvételhez és





8. ábra. Optikai távérzékelő műhold által megfigyelt terület ábrázolása. Az elemi színes gúlán a ténylegesen látott területre mutatnak. A gúla csokra jelképezi azt, hogy a műhold orsózó manőverrel ki tud tekinteni oldalirányba. A szürke gúla mutatja azt a területet, amelyben a szimuláció során az elméleti láthatóságot vizsgálták (Forrás: a szerző szimulációja STK szoftverrel)



9. ábra. Az orsózó manőver bemutatása. A műhold, a haladási irányhoz képest kifordult egy oldalt fekvő terület fényképezéséhez. Megfigyelhető a 6U műholdtest, és a nyitott napelemtáblák is (Forrás: a szerző szimulációja STK szoftverrel)

lehetővé teszik a megfigyelt objektum valós formájának érzékelését. (8., 9. ábra.)

Másik lehetséges hasznos teher a szintetikus apertúrájú radar, amelyre gyakorlati példákat is láthatunk már. [13] Az IceEye 100 kg-os méretkategóriába eső műholdjai X-sávú szintetikus apertúrájú radarral, 570 km magasságú napszinkron poláris röppályáról 1 méteres natív felbontásra képesek, de amennyiben egy kis méretű célpontot kell vizsgálni, akkor a megvilágítási idő növelésével elérhető a 0,5 méteres felbontás is („spotlight mode”). [14] [15]

A nanoműholdak ebben az esetben is a kötélekrepülés lehetőségét adhatják hozzá a felderítéshez, multistatikus radarrendszert képezve, ahol több műholdon egyszerre történik meg a reflektált rádiójelek vétele, majd az apertúraszintézis. [16, 17] A szintetikus apertúrájú radarok ilyenfajta miniatürizálásának legnagyobb kerékkötője az energiaellátás, mert a radar igen jelentős fogyasztó. Megkönnyíti a szükséges tápáram előállítását a megfelelő röppálya (terminátorra⁴ illesztett napszinkron-pálya)⁵ [18], illetve a kinyitható napelemszárnyak alkalmazása (a radarantenna is kinyitható szegmensekből áll). A nyitható mecha-

nizmusok azonban mindig jelentenek bizonyos fokú működési kockázatot az üzembe helyezés során.

Lehetséges azonban a kötelék fokozottabb széttelepítése, és az illuminátor⁶ egy nagy méretű geoszinkron műhold fedélzetén történő kialakítása, míg a nanoműhold-kötelék a multistatikus radarrendszer vevőit alkotja az alacsony Föld körüli pályán. Az illuminátor lehet dedikált, vagy parazitikus rendszer esetén, a vevők az egyébként is előforduló kisugárzásokat (például egy műsorszóró műhold jeleit) hasznosítják.

Végezetül, a távérzékelés terén meg kell említeni a passzív rádió-iránymérő alkalmazást, amiben Magyarország a SMOG-P és SMOG-1 pikoműholdakkal (1 kg alatti méret-tartomány) világelső. A SMOG műholdsorozat az UHF-sávú digitális televízióadók világűrbe kisugárzott, elvesző teljesítményfrakciójának világszintű feltérképezését végzi digitális spektrumanalizátorral. [19] A műholdtest méretének növelése helyett ebben az esetben is a kötélekrepülés a felbontás növelésének útja, majd a különböző műholdakon rögzített adatok együttes feldolgozásával válik lehetővé a nagy felbontású mérési adatsor kialakítása.

A szoros kötelékben repülő, nagy térbeli felbontású rádió-iránymérés vagy apertúraszintézises méréseket végző műholdak esetében a kötelék térbeli elhelyezkedésének ismerete létfontosságú, amit például a műholdak közötti lézeres adatvonalak futási idejének mérésével lehet megállapítani. Ilyen datalink rendszerek 1–1,5U méretben kialakíthatók [20], vagyis 6U méretű vagy nagyobb műholdtestbe integrálhatók.

(Folytatjuk)

Ez a publikáció az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-20-3-II-NKE-62 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával valósult meg.



INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI MINISZTERIUM NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

HIVATKOZOTT IRODALOM:

- [1] Gary L. Martin. *NewSpace: The Emerging Commercial Space Industry*. 2014. ntrs.nasa.gov, <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20140011156.pdf> (Letöltve: 2021.4.25.);
- [2] Alén space, *A basic guide to nanosatellites*, <https://alen.space/basic-guide-nanosatellites/> (Letöltve: 2021.5.3.);
- [3] *CubeSat design specification Rev. 14*, <https://static1.squarespace.com/static/5418c831e4b0fa4ecac1bacd/t/5f24997b6deea10cc52bb016/1596234122437/CDS+REV14+2020-07-31+DRAFT.pdf> (Letöltve: 2021.5.3.);
- [4] „CubeSat structures,” <https://www.isispace.nl/products/cubesat-structures/> (Letöltve: 2021.5.4.);
- [5] „Communication systems,” Cubesat Shop <https://www.cubesatshop.com/product-category/communication-systems/> (Letöltve: 2021.05.04.);
- [6] „Attitude actuators,” Cubesat Shop <https://www.cubesatshop.com/product-category/attitude-actuators/> (Letöltve: 2021.5.6.);
- [7] Purdue University, „New CubeSat propulsion system uses water as propellant.” *Phys.org* <https://phys.org/news/2017-08-cubesat-propulsion-propellant.html> (Letöltve: 2021.5.7.);
- [8] „IFM Nano Thruster,” Cubesat Shop <https://www.cubesatshop.com/product/ifm-nano-thruster/> (Letöltve: 2021.5.7.);
- [9] „Morpheus nanoFEEP,” *satsearch* <https://satsearch.co/products/morpheus-space-nano-feep> (Letöltve: 2021.7.9.);
- [10] *Simera Sense MultiScape100 CIS datasheet Rev 3* 2020. 6. 3., <https://simera-sense.com/products/multiscape100-cis/> (Letöltve: 2021.7.9.);
- [11] *Simera Sense MultiScape200 CIS datasheet Rev 4* 2020. 6. 3., <https://simera-sense.com/products/xscape200/multiscape200-cis/> (Letöltve: 2021.7.9.);
- [12] Francesco Salvetti, Vittorio Mazzia, Aleem Khaliq, és Marcello Chiaberge. „Multi-Image Super Resolution of Remotely Sensed Images Using Residual Attention Deep Neural Networks”. *Remote*

Sensing 12, sz. 14 (2020. július 10.): 2207. <https://doi.org/10.3390/rs12142207>;

- [13] Alberto Moreira, Pau Prats-Iraola, Marwan Younis, Gerhard Krieger, Irena Hajnsek, és Konstantinos P. Papathanassiou. „A tutorial on synthetic aperture radar”. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine* 1, sz. 1 (2013. március): 6–43. <https://doi.org/10.1109/MGRS.2013.2248301>;
- [14] „Technical capabilities of an individual Iceye small SAR satellite.” <https://www.iceye.com/sar-data/satellite-capabilities> (Letöltve: 2021.5.7.);
- [15] Stephen Clark, „ICEYE releases first sub-meter radar imagery from a microsatellite” *Spaceflight Now*, <https://spaceflightnow.com/2019/08/14/iceye-releases-first-sub-meter-radar-imagery-from-a-microsatellite/> (Letöltve: 2021.5.7.);
- [16] A. Renga, M.D. Graziano, G. Fasano, M. Grasso, R. Oromolla, G. Rufino, M. Grassi, A. Moccia, „Formation-Flying SAR as a Spaceborne Distributed Radar Based on a Microsatellite Cluster.” 5th IAA Conference on University Satellite Missions and Cubesat Workshop, <https://www.gaussteam.com/wordpress/wp-content/uploads/2020/03/IAA-AAS-CU-20-07-13-Formation-Flying-SAR-as-a-Spaceborne-Distributed-Radar-Based-on-a-Microsatellite-Cluster-min.pdf> (Letöltve: 2020.5.11.);
- [17] Gerhard Krieger, *Advanced Bistatic and Multistatic SAR Concepts and Applications*, https://elib.dlr.de/43805/1/eusar06_tutorial_advanced_bistatic_sar_final_reduced.pdf (Letöltve: 2020.5.11.);
- [18] Horváth Attila. „A nemzetközi együttműködés jelentősége az űrtevékenységben – műszaki elemzésen keresztül bemutatva.” *Külügyi Műhely*, sz. 1 (2020): 161–77. <https://doi.org/10.36817/KM.2020.1.9>;
- [19] Géczy Gábor, „The Success Story of SMOG-P, the World’s Smallest Satellite.” https://gnd.bme.hu/smog/files/publikaciok/gabor_eps2/The_Success_Story_of_SMOG-P_Gabor_Geczy.pdf (Letöltve: 2020.5.14.);
- [20] Emily Clements, „Laser communications downlink and crosslink designs for cubesats.” <https://www.kiss.caltech.edu/workshops/optcomm/presentations/Clements.pdf> (Letöltve: 2021.5.7.);
- [21] Forrás: <https://c3s.hu/> (Letöltés: 2021.5.7.);
- [22] Forrás: <https://www.endurosat.com/> (Letöltés: 2021.5.7.).

JEGYZETEK

- 1 A tendencia szerint a gyártók töreksenek minél nagyobb tömegű felszerelést integrálni egységnyi térfogatba.
- 2 Szintetikus apertúrájú rádiólokátor (Synthetic Aperture Radar – SAR): nagyobb területen több kis rádiólokátor elhelyezésével vagy a megfigyelt terület felett, repülőgépen vagy űreszközökön elhelyezett radar mozgatásával történik. Az így észlelt jelekből megfelelő feldolgozás után olyan felbontású kép kapható, mintha egyetlen nagy méretű radarral állították volna elő. (A szerk.)
- 3 Nadír: a zenittel áttellenes pont az éggömbön. Egy műhold talppontja a Föld felszínén, amely fölött éppen elhalad. (A szerk.)
- 4 Terminátor (szó szerint: határoló) egy megvilágított égitest világos és sötét (azaz nappali és éjszakai) részét elválasztó vonal neve a csillagászatban. (A szerk.)
- 5 Amíg a radar folyamatosan a Föld felé fordul, a napelemek a műhold „oldalára” kerülnek, így sohasem vetül rájuk a Föld árnyéka. Ezért folyamatos az energiaellátás.
- 6 Illuminátor: megvilágító forrás elnevezése a radartechnikában. (A szerk.)

Dr. Novoszáth Péter*

A bolygók radarcsillagászati vizsgálata

A CSILLAGÁSZAT KEZDETEI

A bolygók és a Naprendszer kisebb égitestjeinek radarral történő kutatási célja elsődlegesen az, hogy megértsük bolygórendszerünk kialakulásának és fejlődésének történetét, ugyanakkor ez a technológia a lehetséges veszélyt jelentő földközeli aszteroidák (Near Earth Asteroids – NEA) megfigyelését is lehetővé teszi. [1] A tanulmány rövid történeti áttekintést ad a radarcsillagászatról és a terület technikai szükségleteiről. A szerző bemutatja a jelenlegi amerikai bolygóradar-rendszereket, azok spektrumhasználatát, valamint az adatok megszerzéséhez és elemzéséhez alkalmazott technikákat.

A második világháború alatt a radarok gyors fejlődése lehetővé tette, hogy az új technológia felhasználásával, a radarvisszhangok észlelésével többet tudjunk meg bolygórendszerünkről, a nagy- és kisbolygók felépítéséről. Ma már, amikor képesek vagyunk testvérbolygóinkhoz üreszközt küldeni, szinte hihetetlen, hogy az 1960-as évek elejéig – az első űrmissziók megjelenéséig és fejlett földi megfigyelő eszközök, köztük a radar kifejlesztéséig – milyen keveset is tudtunk a Naprendszerről. A radartechnikák olyan információkkal szolgálnak, amelyek más módon nem érhetők el, a radarképek például olyan információkat nyújtanak a szilárd testek alakjáról és felületi tulajdonságairól, amelyeket más földi technikákkal nem lehet megszerezni. A nagy teljesítményű földi radarokra támaszkodva, a radarcsillagászat rendkívül pontos asztrometrikus információkat képes szolgáltatni a Naprendszer objektumainak szerkezetéről, összetételéről és mozgásáról. [2]

A radartechnikák pontosabb értékekkel szolgálhatnak a bolygók közötti távolságok meghatározásához. A csillagászatban csak távolságarányok mérhetők könnyen, a tényleges hosszúságok nehezen, ezért sokáig az égitestek közötti távolságokat csak csillagászati egységben számolták. Kepler is csak a Nap–Föld távolsághoz tudta viszonyítani a bolygók távolságát. Valódi mérésre a Vénusz és a Merkúr Nap előtti elvonulásának különböző helyekről történő megfigyelése adott lehetőséget. A távolság meghatározható abból, ahogy az égitest áthaladása a Nap előtt a két különböző helyről hogyan látszik. Az 1769-es Vénusz-átvonulás megfigyelésében Hell Miksa (1720–1792) és Sajnovics János (1733–1785) is részt vett a norvégiai Vardø-szigeten.

[3] Hell Miksa és Sajnovics János a dán király felkérésére mérték meg az 1769. június 3-i Vénusz-átvonulás kontaktusainak időpontját az észak-norvégiai Vardø-szigetről. „A Vénusz Nap előtti átvonulása óriási jelentőséggel bírt, hiszen egyértelműen igazolta az ókori tudós, Szamoszi Arisztarkhosz (i. e. 310 körül – i. e. 230 körül), majd a több mint 1500 évvel később élt Kopernikusz (1473–1543), valamint Kepler (1571–1630), és végül Newton (1642–1727) állításait, illetve az egyetemes tömegvonzás törvényét. A két csillagász megfigyelése egyúttal egyértelművé tette, hogy a bolygók nem a Föld, hanem a Nap körül keringenek”. [4]

A csillagászati egység az égi mechanikában használatos hosszúságegység. Eredeti definíciója szerint a Föld–Hold rendszer tömegközéppontja Nap körüli pályájának fél nagytengelye. A Nemzetközi Csillagászati Unió (International Astronomical Union) azonban pontos kilométerértéket megadva újradefiniálta, elhagyva az eddigi mért érték hibáértékét. Jele: CsE. További elterjedt rövidítése az AU, az angol „Astronomical Unit”-nak megfelelően.

1 CsE = 149 597 870 700 m (kerekítve 150 millió km).

A Pluto 39,5 CsE-re, a Jupiter 5,2 CsE-re van a Naptól.

A Betelgeuze vagy Orionis csillag átmérője 2,56 CsE.

A Hold a Földtől 0,0026 CsE-re található. [5]

Jelenleg a bolygók radarcsillagászati vizsgálatának egyik kiemelkedően fontos feladata, hogy azonosítsa azokat az aszteroidákat, amelyek veszélyt jelenthetnek a Földre. Ezek közé tartozik többek között az Apophis nevű aszteroida, amely egy 340 méter nagyságú űrszikla. Az Apophis, az elkövetkező száz évben három alkalommal is meg fogja közelíteni a Földet. Először 2029. április 13-án vehetik szemügyre közelebbről a hazai csillagászok, amikor mindössze 32 ezer kilométerre (20 ezer mérföld) lesz a Földtől. 2036-ban és 2068-ban ismét megközelíti a Földet. Az Apophist először 2004-ben sikerült észlelni. Azóta a legújabb teleszkópos megfigyelések eredményeként – amelyeket az amerikai Deep Space Network Goldstone-i komplexumában Kaliforniában és a Green Bank Telescope nyugat-virginiai rádióantennáival rögzítettek – kiderült, hogy a Föld még legalább 100 évig biztosan nem fog összeütközni ezzel a különösen veszélyes, Apophis nevű aszteroidával. [6] Ugyanakkor jelenleg a fél kilométer átmérőjű Bennu számít a legveszélyesebb aszteroidának, amely

ÖSSZEFOGLALÁS: A radarcsillagászat a közeli égitestek megfigyelésének technikája, a mikrohullámok céltárgyakról történő visszaverődésének elemzése. Ezt a kutatási módszert több mint hét évtizede alkalmazzák. Míg a rádiócsillagászat passzív, a radarcsillagászat aktív tevékenységet jelent. A korszerű létesítmények, valamint az adó-vevő teljesítmények növekedése egyre jelentősebb megfigyelési lehetőségeket kínál.

KULCSSZAVAK: asztrofizika, csillagászat, Nap és Naprendszer kutatása, radarcsillagászat, űrkutatás, űrtávközlés és navigáció, űrtechnológia, űrtévedékenység, űrtudomány

ABSTRACT: Radar astronomy is a technique of observing nearby astronomical objects by reflecting microwaves off target objects and analysing the reflections. This research method has been conducted more than seven decades. Radar astronomy differs from radio astronomy in that the latter is a passive observation and the former an active one. Radar systems have been used for a wide range of solar system studies. The increased transceiver power, and improved apparatus have increased observational opportunities.

KEY WORDS: astronomy, astrophysics, radar astronomy, solar and solar system research, space research, space telecommunications and navigation, space technology, space science

* PhD, egyetemi docens, NKE, Közpénzügyi Tanszék, az NKE Katonai Műszaki Doktori Iskolájának témakiírója. ORCID: 0000-0002-8755-6858



1. ábra. Az első magyar lokátorok hatótávolsága Magyarországon, a II. világháború végén [12]

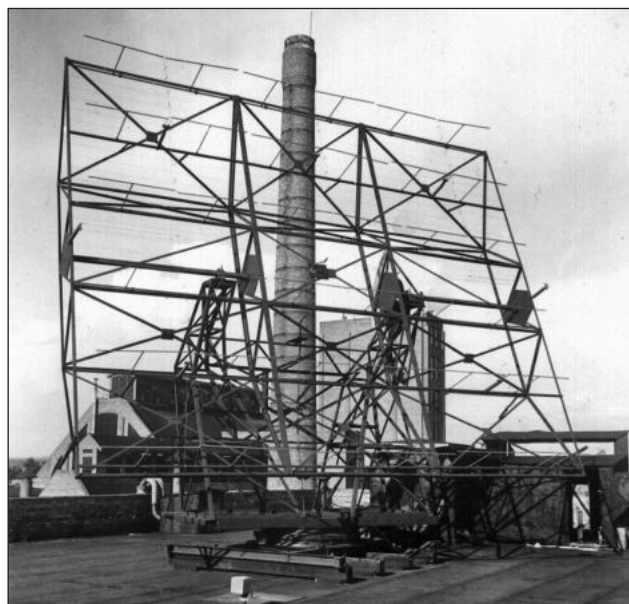
potenciális becsapódási lehetősége minden korábbi becsülésnél nagyobb a legfrissebb számítások szerint. [7]

AZ ELSŐ FÖLDÖN KÍVÜLI ÉGÍTÉSÉZLELESEK RADARRAL

Radarrendszerek segítségével 1946-ban észlelték először visszhangokat a Holdról, Magyarországon és az Amerikai Egyesült Államokban.

Az 1940-es évek intenzív magyarországi radarfejlesztései [8] saját védelmi eszközök megalkotását célozták, ugyanis Németország nem látta el megfelelő technikai információkkal és radareszközökkel a szövetséges Magyarországot és Olaszországot. Ezért Jáky József (1897–1944) vezetésével a Magyar Királyi Honvéd Haditechnikai Intézet kifejlesztette a Sas (Eagle) távolsági felderítő radart, a légvédelmi tüzérség számára a Borbála (Barbara) tűzvezető radart, az éjszakai vadászfeladatok ellátására a Turul repülőgép-fedélzeti radart és a Bagoly vadászipülőgépek irányítására tervezett radart. (1. ábra) Ezek az eszközök, technológiai szempontból sok hasonlóságot mutattak a korabeli olaszországi radarfejlesztésekkel Folaga, Veltro és Gufo. (Szárca, Vadászkutya, Bagoly). [9] [10]

2. ábra. Bay Zoltán csoportjának Hold-radarja az Egyesült Izzó (Tungsram) épületének tetején [13]



A második világháború idején, a repülőgépek távoli felismerésére kifejlesztett radartechnika „melléktermékeként”, tulajdonképpen a háború alatt megindított katonai lokátorprogram kapcsán kezdődött el az égitestek radarral történő vizsgálata [11].

1946. február 6-a után világszerte sokan olvashatták az újságokban Bay Zoltán (1900–1992) fizikus, az Egyesült Izzólámpa és Villamossági Rt. műszaki igazgatója és laboratóriumvezetője, valamint az újpesti gyár kutatócsoportja nevét, ugyanis ekkor jelentették be, hogy sikeres kísérletet hajtottak végre, és ultrarövid rádióhullámok visszaverődését észlelték a Holdról. [13]

A kísérlet gondolata, valamint a háború utáni mostoha körülmények között elvégzett világhírű kísérlet a magyar űrtevékenység és a nemzetközi radarcsillagászat kezdetét is jelentette. A Hold-radar kísérletek jelentősége abban állt, hogy ezek voltak az első természettudományos vizsgálatok, amelyeket Földön kívüli égitesten végeztek. Az égitestekről szerzett ismeretek évezredekken keresztül kizárólag passzív megfigyeléseken alapultak, de a mikrohullámú technika lehetővé tette a távoli objektumok fizikai vizsgálatát is. [14]

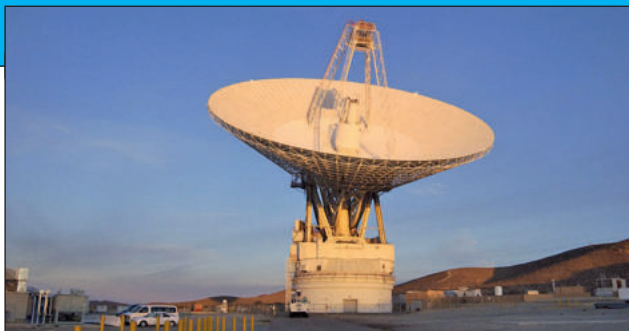
A JELENLEGI RADARCSILLAGÁSZATI RENDSZEREK LÉTREJÖTTE

A legközelebbi bolygósomszédunkról, a Vénuszról érkező visszhangok felderítéséhez azonban a radar érzékenysége nem felelt meg a feladatnak. Ezt az 1950-es évek végén sikerült elérni, amelynek eredményeként 1961-ben a bolygót a Földhöz közeli periódusa során öt különböző radarrendszer segítségével az Egyesült Államokban, Nagy-Britanniában és a Szovjetunióban vizsgálták. A megfigyelés során a Vénusz tengely körüli retrográd forgását is sikerült meghatározni. [15] Az 1960-as évek közepére már három darab új, sokkal erősebb radarrendszer állt rendelkezésre: a 305 méter átmérőjű Puerto Ricó-i Nemzeti Tudományos Alapítvány (National Science Foundation – NSF) Arecibo rádiólokátora, a massachusettsi 37 méteres Haystack antenna, és a NASA 64 méteres Deep Space antennája a kaliforniai Goldstone-ban (3. és 4. ábra).

Korábban a Krímben található orosz, 70 méteres Jevpatorija távcső volt az említett két amerikai rendszertől függetlenül működő, egyetlen bolygóradar-rendszer. Az eszköz azonban, a közelmúlt harci cselekményei miatt befejezte tudományos tevékenységét. A távcső korlátozott érzékenysége ugyanakkor csak a földközeli aszteroidák ritka megfigyelését tette lehetővé. Később az Amerikai

3. ábra. Az Arecibo Observatórium 305 méter átmérőjű, (sérült) antennatányérja, fölötté a kábelekre erősített, mozgatható vevőegységgel (2020. november) [16]





4. ábra. A 70 méter magas NASA Goldstone DSS-14 antenna [18]

Egyesült Államokban, és az Arecibo és a Goldstone rendszerek további korszerűsítésére is készültek tervek, elsősorban a földközeli aszteroidák pályájának meghatározására és összetételének jellemzésére. [1]

Az Arecibo Obszervatóriumban (Arecibo Planetary Radar) 2020 végén, egy szerkezeti tartókábel hibája miatt a fő teleszkóp összeomlott (a sérülés a 3. ábrán is jól látható). Ezért jelenleg csak a Goldstone Solar System működik. [17]

A Puerto Ricó-i Arecibo rádiótávcső közelmúltbeli elvesztése (2020. december 1-én az Arecibo rádióteleszkóp 900 tonnás szerkezete lezuhant) nagy veszteséget jelent a Naprendszer égitesteit vizsgáló radarasillagászok számára. A 305 méter átmérőjű (de nem mozgatható) arecibói antennánál működött ugyanis a világ legnagyobb teljesítményű, 1 MW-os bolygókutató radarja, amellyel például a Föld közelében elrepülő kisbolygókról tudtak részletes képeket készíteni, adott esetben kis holdjaikat felfedezni. [13]

RADAREGYENLET

A radar olyan berendezés, amely az általa kisugárzott rádióhullámok (3 MHz–110 GHz frekvencia, 100 m–2,7 mm hullámhossz) visszaverődésének érzékelése alapján különféle tárgyak helyét képes megállapítani. Leginkább a repülésben, hajózásban, a haditechnikában, a meteorológiában, de

számos más területen, így például az űrszillagászatban is alkalmazzák. Az adó- és a vevőegységet – többnyire, de nem mindig – egy berendezésbe építik. A vevőantennára visszaérkező teljesítményt (P_r) a radaregyenlet adja meg:

$$P_r = \frac{P_t G_t A_r \sigma F^4}{(4\pi)^2 R_t^2 R_r^2},$$

ahol P_t = a kisugárzott teljesítmény;

G_t = az adóantenna nyeresége;

A_r = a vevőantenna effektív apertúrája (felülete);

σ = a cél radarkeresztmetszete (szórási együtthatója);

F = a terjedési tényező;

R_t = az adó és a cél távolsága;

R_r = a vevő és a cél távolsága. [19]

Abban az esetben, ha az adó és a vevő (közös) ugyanott található, $R_t = R_r$ helyettesíthető egymással, akkor az eredmény az alábbi lesz:

$$P_r = \frac{P_t G_t A_r \sigma F^4}{(4\pi)^2 R^4}$$

Ez azt mutatja, hogy a visszaérkező jel a távolság negyedik hatványával csökken, ami azt jelenti, hogy a visszavert teljesítmény távoli tárgyak (célok) esetében nagyon-nagyon alacsony értékű lesz.

A fenti egyenlet $F = 1$ egyszerűsítése vákuumra vonatkozik, ahol nincs interferencia. A terjedési tényező szolgál magyarázatként a többutas terjedésre, az árnyékolásra, és függ a környezet minden egyes részletétől. A valóságban a Pathvesztéseket (pathloss) hatásokat is figyelembe kell venni.

A BOLYGÓRADAR-RENDSZEREK FŐBB JELLEMZŐI

Egy bolygóradar-rendszer érzékenysége arányos az átlagos adóteljesítménnyel és az adó- és vevőantennák effektív területével, amelyek azonosak a monosztatikus rend-

1. táblázat. Az amerikai bolygóradar-rendszerek 2020-ban (Az [1] alapján a szerző szerkesztése)

Adás helye	Frekvencia (GHz)	Sávszélesség (MHz)	Teljesítmény (MW)	Fogadás helye
Arecibo, Puerto Rico	2,380	20	1,0 (CW)	Arecibo, Puerto Rico GBT*, Green Bank, Nyugat-Virginia VLA**, Socorro, Új-Mexikó LRO***
	0,430	0,6	2,5 (pulzált)	Arecibo, Puerto Rico GBT*, Green Bank, Nyugat-Virginia
Goldstone, Kalifornia DSS-14	8,560	50	0,5 (CW)	Goldstone, Kalifornia GBT*, Green Bank, Nyugat-Virginia Arecibo, Puerto Rico VLA*, Socorro, Új-Mexikó 10 VLBA sites****
Goldstone, Kalifornia DSS-13	7,190	80	0,08 (CW)	Goldstone, Kalifornia GBT*, Green Bank, Nyugat-Virginia Arecibo, Puerto Rico

* Az amerikai nyugat-virginiai Green Bankban található Robert C. Byrd Green Bank teleszkóp (GBT) a világ legnagyobb, minden irányban irányítható rádióteleszkópja.

** Very Large Array – a világ legnagyobb rádióteleszkópja, amely 27 edényantennából áll.

*** Lunar Reconnaissance Orbiter – A NASA Lunar Reconnaissance Orbiter berendezések segítségével pásztázza a Holdat, és a leg-részletesebb adatokat gyűjtötte össze a Hold felszínéről.

**** A VLBA – Very Long Baseline Array egy tíz megfigyelőállomásból álló hálózat az Egyesült Államokban. Minden állomás egy 25 méteres rádióantenna-edényből és egy vezérlőépületből áll. A VLBA-állomások korlátozott rádióinterferencia-területeken találhatók, és széles körben elterjedtek az Egyesült Államokban: 1. St. Croix – U.S. Virgin Islands; 2. Hancock – New Hampshire; 3. North Liberty – Iowa; 4. Fort Davis – Texas; 5. Los Alamos – Új-Mexikó; 6. Pie Town – Új-Mexikó; 7. Kitt Peak – Arizona; 8. Owens Valley – Kalifornia; 9. Brewster – Washington; 10. Mauna Kea – Hawaii. A közeli aszteroida-megfigyelések bisztatikus műveletet igényelnek. A Goldstone DSS-14 NTIA hozzárendelése 8,50–8,70 GHz. A Goldstone DSS-13 NTIA hozzárendelése 7.150 és 7.230 GHz között van. CW – continuous wave (folyamatos hullám).

szereknél, de eltérőek lehetnek a bistatikus rendszerek esetében, és fordítottan arányosak a működési hullámhosszal. Az érzékenység függ a rendszer hőmérsékletétől, amely jellemzi a vevőt, a Föld légkörét, és végső soron a galaxisunk és a kozmikus mikrohullámú háttérzaj kibocsátását. Ezért a Naprendszer égitestjeinek Földtől mért nagy távolsága miatt a méréshez nagy adóteljesítmény, nagy adó/fogadó gyűjtőterületek és nagyon alacsony rendszerhőmérséklet szükséges. Az 1. táblázat azoknak a 2020-ban üzemelő amerikai bolygóradaroknak és antennáknak a legfőbb jellemzőit mutatja be, amelyeket bistatikus megfigyeléseik során alkalmaztak. A bistatikus radar olyan radarrendszer, amely egy adót és vevőt tartalmaz, és amelyeket a várható céltávolsághoz arányos távolság választ el egymástól. Ezzel ellentétben egy radart, amelyben az adó és a vevő együtt található, monostatikus radarnak nevezzük. [20]

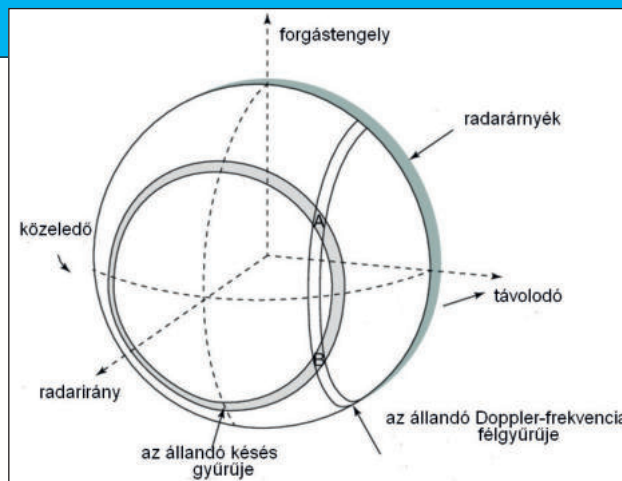
A passzív radarmegfigyelés nagy előnye, hogy képes szabályozni az átvitt hullámforma tulajdonságait, és a kapott visszhangban méri ezeknek a tulajdonságoknak a változását. Ezek a jellemzők a következők:

- az átvitt hullámforma időbeli eredete;
- frekvencia vagy hullámhossz;
- a tényleges izotróp sugárzott teljesítmény (Effective Isotropic Radiated Power – EIRP), és
- a polarizációs állapot.

Az időbeli eredet lehetővé teszi a céltest távolságának precíz mérését, míg az echo (visszhang) frekvenciája az átvitt frekvenciához viszonyítva, a Doppler-eltolódás lehetővé teszi a céltest radiális sebességének meghatározását. Ennek következtében lehetségessé vált a Vénusz radar-asztrometriai méréseinek további finomítása, a csillagászati egység nagyságának pontosabb meghatározása. Az eszközök ma már elsősorban a potenciálisan veszélyes földközeli aszteroidák pontos pályájának meghatározására szolgálnak.

A Doppler, vagy más néven impulzus-Doppler rádiólokátorok a Doppler-effektus segítségével különböző tárgyak radarhoz viszonyított sebességét tudják meghatározni. Ha egy céltárgy a jól visszaverő háttérhez nagyon közel halad, akkor hagyományosan, a megtett utak különbségén alapuló módszerrel nem lehet felderíteni. A mozdulatlan háttérhez képest mozgó tárgyról visszaverődő elektromágneses sugárzás frekvenciája a Doppler-effektus miatt megváltozik, így az erre alkalmas lokátor képes a tárgy észlelésére. [21] A csillagászatban a Doppler-effektus felhasználásakor kihasználják, hogy a csillagok elektromágneses spektruma nem folytonos, hanem abszorpció (elnyelési) vonalakat tartalmaz, amelyek frekvenciája jól ismert, az atombeli elektronpályák energiájával van kapcsolatban. Ha az égitest mozog, akkor az elnyelési vonala eltolódik, távolodó égitest esetén a frekvencia csökken (a hullámhossz nő), közeledő égitest esetén a frekvencia nő (a hullámhossz csökken). A kék fény frekvenciája nagyobb, mint a vörösé, ezért a távolodó égitest vörös irányba tolódik, a közeledő kék irányba. A jelenséget vöröseltolódásnak, illetve kékeltolódásnak nevezik. [22]

Ha a visszaverő test forog, akkor forgása a visszaverődő jel kiszélesedését okozza; a jel szélessége és alakja információt nyújt a test forgási állapotáról és felületi formáiról. Tekintettel a céltesttől való távolságára és méretére, a visszhang ereje, a Doppler-jelenség által kiszélesített visszhang alakjával (Doppler-kiszélesedés) kombinálva betekintést enged a felületi anyag elektromos tulajdonságaiba, hőmérsékletébe. A visszhang teljesítményének mérése az időkézés és a Doppler-eltolódás függvényében a Földhöz legközelebbi pontjához viszonyítva a céltesten képet ad a



5. ábra. Radarkép-geometria egy gömb alakú célhoz.

Az állandó késleltetésű vonalak koncentrikusak a Földhöz legközelebbi ponttal – a gömb Földhöz legközelebb eső pontjának helyével –, és az állandó Doppler-eltolódás vonalai két helyen metszik ezeket a koncentrikus késleltetési köröket. A radarvisszhang teljesítményének mérése az időkézés és a Doppler-eltolódás függvényében a Földhöz legközelebbi részhez képest képet ad a késleltetési időből és a Doppler-eltolási koordinátákból. Ha a szokásos módon a radartávcső szögfelbontása nagyobb, mint a célobjektum szögátmérője, akkor a diagram két helyén, A és B ugyanaz a késés és Doppler-eltolás [24]

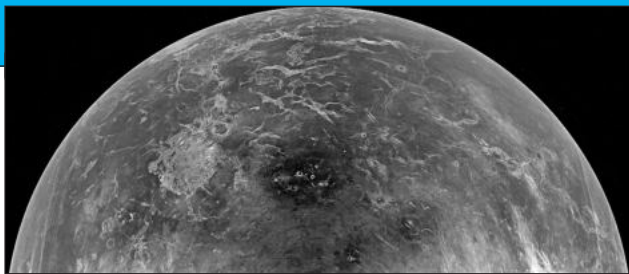
visszhang teljesítményéről. Az impulzusradarokban a vivőfrekvenciát négyszögimpulzusok periodikus sorozatával amplitúdó-modulálják. Ebből egy „fésűszerű” vonalas spektrum adódik, amelyben a vonalak egymástól mérhető távolságát az impulzusismétlődési frekvencia (PRF) határozza meg. Ha a céltárgy mozog, akkor a reflektált jel spektruma a Doppler-hatás következtében, a céltárgy sebességétől függő mértékben, és előjellel eltolódik. [23]

Normális esetben az átvitt jel körkörösén polarizálódik, és a körkörös polarizáció mindkét értékét veszi, lehetővé téve a kapott visszhang polarizációs Stokes-paramétereinek kiszámítását. A Stokes-paraméterek olyan értékek, amelyek leírják az elektromágneses sugárzás polarizációs állapotát. Az értékeket George Gabriel Stokes 1852-ben határozta meg [25] [26], mint matematikailag kényelmes alternatívát az inkoherens vagy részben polarizált sugárzás általánosabb leírása szempontjából annak teljes intenzitása (I), (frakcionált) polarizáció szöge (p) alapján, valamint meghatározta a polarizációs ellipszis alakparamétereit. Az optikai rendszer hatása a fény polarizációjára meghatározható a bemenő fény Stokes-vektorának elkészítésével és Mueller-számítás alkalmazásával, hogy megkapjuk a rendszert elhagyó fény Stokes-vektorát. [27]

Mérsékelt vagy nagy beesési szög esetén a felületre történő átviteli együtthatók a beesési síkkal párhuzamos és merőleges lineáris polarizációkhoz eltérnek, így egy lineárisan polarizált komponens jelenléte a radar visszhangjában a felszín alatti szóródást jelzi, és becsléshez használható a felületi anyag dielektromos állandója.

A BOLYGÓRADAR-CSILLAGÁSZAT JELENTŐSÉGE

Az 1960-as években a radarcillagászat döntően hozzájárult a Naprendszer megismeréséhez és az alapvető fizikához, ezek közé tartozott a csillagászati egységgel kapcsolatos ismereteink jelentős bővülése. Többek között ez tette lehetővé korai bolygóközi űrszondák pontos navigálását. Felfedezték a Vénusz lassú retrográd rotációját és a Merkúr nagyon meglepő, 59,6 napos forgási periódusát. Elkészítették az első, alacsony felbontású képeket a Vénusz felhőtakarója alatti felszínéről. Lehetővé vált az aszteroidák



6. ábra. a Vénusz nagy felbontású képe. A Vénusz 2012-ben összegyűjtött radaradatainak vetülete. A feltűnő felületi jellemzők – például hegyek és hegygerincek – könnyen láthatók. A közelmúltban, a National Science Foundation (NSF) Green Bank Teleszkópja (GBT) és az NSF Arecibo Obszervatóriumának erős radaradójának rendkívül érzékeny fogadóképességeinek egyesítésével a csillagászok figyelemre méltóan részletes képeket tudtak készíteni e bolygó felszínéről anélkül, hogy valaha elhagyták volna a Földet [29]

felfedezése, a NEA Icarus első radarcsillagászati megfigyelése. A radarcsillagászat segítségével támogatták az Apollo-küldetéseket a Hold felszínének képalkotásával és a Hold felszínének egyéb vizsgálatával. Irwin I. Shapiro a klasszikus teszteken túl egy olyan tesztet javasolt az általános relativitáselmélet ellenőrzése érdekében, amelyet a Naprendszeren belül lehet elvégezni, ha pontosan megmérjük, mennyit késnek a radarjelek abban az esetben, ha oda-vissza útkon egy, a téridő szerkezetét deformáló, nagy tömeg (a Nap) közvetlen közelében haladnak el (Shapiro-késleltetés). [28]

Annak idején az Arecibo radarrendszerének korszerűsítése elsősorban a Vénusz felületének nagy felbontású képalkotása érdekében történt. A Vénusz felszínéről készült első térképek körülbelül 15 km-es felbontással fedték le a bolygó felszínének 40%-át. Lehetővé tette az első nagyszabású pillantást legközelebbi bolygósomszédunk felszínére, és az első jelzést arra, hogy a Vénusz felszíne nagyon fiatal, mintegy 700 millió éves, a Marshoz, a Merkúrhoz és a Holdhoz képest, amelyek már több milliárd évesek. A Jupiter holdjairól az 1970-es években derült ki, hogy az Europa, a Ganymedes és Callisto alacsony hőmérsékletű, vizes jégfelületeinek szokatlan rádióhullám-szórásai tulajdonságai vannak. Ezeken a felületeken a radarjelek visszatükrözödtek a jég belső szétszóródása miatt, amelynek rádióhullámhosszon nagyon alacsony vesztesége van, és a körkörös polarizáció értéke is megfordul. Az 1990-es évek elején ezek a tulajdonságok vezettek a jéglerakódások felfedezéséhez a Merkúr pólusain, és folyamatos vitákat indukáltak arról, hogy léteznek-e hasonló sokhullámú hosszúságú lerakódások a Hold pólusain elhelyezkedő becsapódási kráterek állandóan árnyékolt részein. Ebben az időszakban a Szaturnusz gyűrűinek első radarfelderítése is egyértelműen megmutatta, hogy a gyűrűk centiméteres és nagyobb méretű részecskékből álltak, és nem milliméternyi méretűek.

Az 1990-es évek közepéig mintegy 50 földközeli aszteroidát (NEA), majdnem 40, a fő kisbolygóövbe tartozó aszteroidát és több üstököst is vizsgáltak az Arecibo és a Goldstone radarrendszerek. Ezek a tanulmányok az előképei a jelenlegi, Földről történő földközeli aszteroidát megfigyelő bolygóradar-programnak.

A Goldstone bolygóradar-rendszer növekményes javulását 1988-ban a NASA Goldstone antennájának 64 méterről 70 méterre történő kiterjesztésével érték el. A következő évtizedben az adóteljesítmény kis mértékű növekedése következett be, az X-sávú klystronok javulása miatt. Az 1990-es évek közepén az Arecibo 305 méteres antennaoptikájának jelentős módosítása, és egy 2,3 GHz-es 1,0 MW-os adó telepítése, a célponttól függően tízszeresére hűszorozta növelte a bolygóradar-rendszer érzékenységét. Ezzel az Arecibo radarrendszer érzékenysége körülbelül hússzor akkora, mint a Goldstone rendszere. Az

Arecibo távcső irányíthatósága azonban korlátozott volt, így csak az ég mintegy 33%-át volt képes megfigyelni (2° déli és 38° északi deklinációk között), ahol a deklináció az égi egyenlítőtől északra vagy délre mért szögtávolság.

A Goldstone antenna az égbolt bármely pontjára irányítható, így az északi égi pólus, és a kb. 40° (déli) deklinációk között végezhető megfigyelések. Ennek következtében a két radarrendszer jól kiegészíti egymást, különös tekintettel a földközeli aszteroidák megfigyelésében.

ÖSSZEGZÉS

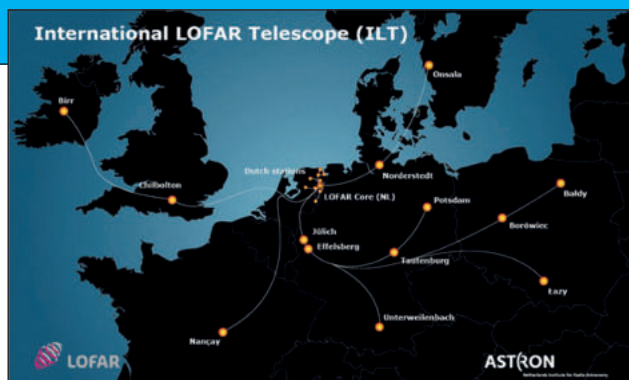
Az aktív távérzékelés a bolygóradar-csillagászatot keresztül továbbra is jelentősen hozzájárul a Naprendszer megértéséhez, a bolygóközi űrszondák küldetéseinek tervezéséhez, és különösen a földközeli aszteroidák nyomon követéséhez, jellemzéséhez, amelyek akár veszélyt is jelenthetnek az emberiségre.

A rádiófrekvenciás interferencia a mai napig nem jelentett jelentős akadályt a bolygóradar-csillagászati megfigyelésekben. Mivel a sáv szélesség-igény növekszik a NEA-k nagy térbeli felbontású képalkotása miatt, a rádiófrekvenciás interferencia (RFI – radio frequency interference) jelentős problémát okozhat a jövőben. A kis NEA-k nagy térbeli felbontású képalkotásának megkönnyítése érdekében 60–120 MHz sáv szélességű frekvencia hozzárendelésére van szükség. A NASA JPL Goldstone radar kijelölése jelenleg 200 MHz, 8,6 GHz-es középponttal. A hullámhossz széles tartományában az összes Földről történő bolygóradar-megfigyelés optimális frekvenciáját az érzékenység maximalizálásának igénye és kisebb mértékben az átviteli sáv szélesség maximalizálása jelenti. Kivételt képeznek a Vénusz megfigyelései, ahol a légkör 3 GHz-nél jóval magasabb frekvenciákon, nagy abszorpciós képességgel rendelkezik, és a Hold, ahol a hosszú hullámhossz lehetővé teszi a felszínre történő behatolást, és az érzékenység általában nem kérdés. Mivel a megfigyeléshez nagyon nagy antennák szükségesek, az optimális frekvenciát az a maximális frekvencia szabja meg, amelyen az antenna hatékonyan képes működni, ha rendelkezésre állnak olyan klystronok (speciális lineáris sugarú vákuumcsövek), amelyek képesek 250 kW és 500 kW közötti teljesítmény biztosítására.

Magyarország jelentős eredményekkel rendelkezik az élvonalbeli rádióelektronikai eszközök gyártása, fejlesztése, valamint a számítástechnikai hálózatépítés és elméleti számítástechnikai kutatások területein. A világűr a magyar K+F+I tevékenységek számára folyamatosan megnyílik. A lehetőségek kihasználása és kiterjesztése jelentős mértékben rajtunk múlik. Napjainkban olyan új rádiócsillagászatokkal kapcsolatos rendszerek kerültek telepítésre Észak- és Nyugat-Európában, mint például a LOFAR (Low Frequency ARray). Ezekhez akár két új állomás is kapcsolódhatna Magyarországon, amennyiben a készülő hazai űrstratégia és az Európai Űrgyűnökség (ESA) felkarolná és támogatná az ezekkel kapcsolatos magyar elképzeléseket és projekteket.

Az alacsony frekvenciás rádiótartományban érzékeny LOFAR rádiótávcső-hálózat központja Hollandia északi részén működik, de a teleszkópok a kontinens több országában is megtalálhatók. A jelenleg 51 állomásból álló hálózat észak-déli irányban Svédországtól Franciaországig, kelet-nyugati irányban Lengyelországtól Írorszáig terjed. Üzemeltetője a Holland Rádiócsillagászati Intézet (Netherlands Institute for Radio Astronomy, ASTRON). [30]

Zárásként álljon itt egy örömteli hír: a Nemzetközi Asztronautikai Szövetség (IAF) nem rég arról értesítette a Ma-



7. ábra. A nemzetközi LOFAR állomáshálózat [30]

gyar Asztronautikai társaságot, hogy a 2024-ben soron következő Nemzetközi Asztronautikai Kongresszus (International Astronautical Congress, IAC) rendezési jogának elnyerésére vonatkozó pályázata továbbjutott a második fordulóba. [31]

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] *A Strategy for Active Remote Sensing Amid Increased Demand for Radio Spectrum*. Washington, D.C.: National Academies Press, 2015. <https://doi.org/10.17226/21729>;
- [2] Steven J. Ostro, "Radar Observations of Earth" *Approaching Asteroids Engineering & Science* No 2. (1997) https://echo.jpl.nasa.gov/asteroids/ostro_1997_es.pdf;
- [3] „A csillagász és a nyelvész északi expedíciója: Hell Miksa és Sajnovics János” <https://www.svabhegyicsillagvizsgalo.hu/blog-post/a-csillagasz-es-a-nyelvész-eszaki-expedicioja-hell-miksa-es-sajnovics-janos/> (Letöltve: 2021.6.20.);
- [4] Szabó József, „Magyarország és az űrkutatás.” *Hadmérnök*, 12. évfolyam, 3. sz., (2017. szeptember): pp. 295–305;
- [5] „Csillagászati egység” *Wikipédia* https://hu.wikipedia.org/wiki/Csillagászati_egység (Letöltve: 2021.6.20.);
- [6] NASA Analysis, „Earth Is Safe From Asteroid Apophis for 100-Plus Years.” NASA, 2021. 3. 26. <https://www.nasa.gov/feature/jpl/nasa-analysis-earth-is-safe-from-asteroid-apophis-for-100-plus-years>;
- [7] Farnocchia, Davide, Steven R. Chesley, Yu Takahashi, Benjamin Rozitis, David Vokrouhlický, Brian P. Rush, Nickolaos Mastrodemos, és mtsai. „Ephemeris and Hazard Assessment for Near-Earth Asteroid (101955) Bennu Based on OSIRIS-REx Data”. *Icarus* 369 (2021. november): 114594. <https://doi.org/10.1016/j.icarus.2021.114594>;
- [8] Balajti István, Hajdú Ferenc, „Surprising Findings from the Hungarian Radar Developments in the Era of the Second World War.” *Radio Science Bulletin*, No. 358, (2016): pp. 82–108;
- [9] Gaspard Galati, Piet van Genderen, „Introduction to the Special Section on Some Less-Well-Known Contributions to the Development of Radar: From its Early Conception Until Just After the Second World War.” *Radio Science Bulletin*, No. 358, (2016): pp 12–17.;
- [10] Hajdú Ferenc, Sárhidai Gyula, *A Magyar Királyi Honvéd Haditechnikai Intézetől a HM Technológiai Hivatalig* Budapest: HM Technológiai Hivatal, 2005. p. 67.;
- [11] Bencze Géza et al, *A Tunguska Rt. története 1896–1996*. Aschner Lipót Alapítvány 2004. <https://mek.oszk.hu/08700/08736/08736.pdf> (Letöltve: 2021.9.13.);
- [12] BME OMIKK Tudomány és technikatörténeti archívuma – Bay Zoltán gyűjtemény;
- [13] Frey Sándor, „Holdradar ma és 75 éve.” *Csillagászat*. hu, 2021.2.6.;
- [14] Novoszáth Péter, „75 éve végezte Bay Zoltán Hold radar kísérletét – a magyar űrtevékenység kezdetei és jelene.” (kézirat, várható megjelenés: *Repüléstudományi Közlemények* 2021.);
- [15] Andrew J. Butrica, *To See the Unseen: A History of Planetary Radar Astronomy - A Comprehensive History of Radar Observations of Venus, Mars, Comets, Asteroids, the Magellan Mission, Arecibo Observatory (NASA SP-4218)*. Progressive Management, 2012. <https://history.nasa.gov/SP-4218> (Letöltve: 2021.9.13.);
- [16] Forrás: https://www.nsf.gov/news/mmg/media/images/2020-11-07_12-42-16.jpg;
- [17] „Giant Arecibo radio telescope collapses in Puerto Rico.” *The Guardian*, 2020.12.1. <https://www.theguardian.com/world/2020/dec/01/arecibo-radio-telescope-collapses-puerto-rico>;
- [18] Forrás: Goldstone Deep Space Communications <https://www.gdsc.nasa.gov/index.php/antennas/> (Letöltve: 2021.6.21.);
- [19] Paulik Lotti, „A Rádiólokáció alapjai.” *Repüléstudományi Közlemények* 2007. április 20. http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2007_cikkek/paulik_lotti.pdf (Letöltve: 2021.6.24.);
- [20] Bunkóczi Sándor, Papp Tamás, „Bisztatikus passzív rádiólokáció.” <https://adoc.pub/bisztatikus-passziv-radiolokacio.html> (Letöltve: 2021.6.4.);
- [21] „Doppler effektus” *Világlexikon* http://www.vilaglex.hu/Lexikon/Html/DoplEff_.htm (Letöltve: 2021.6.24.);
- [22] Timothy Ferris, *A világmindenség: Mai kozmológiai elméletek*. Budapest: Typotex Kiadó, 2006. 45. old.;
- [23] Tóth Ferenc, „A radartechnika alapjai 5. rész – Hatótávolság: néhány további kérdés.” *Magyar Elektronika* 2016. június 6. <https://www.magyar-elektronika.hu/34-tartalom/tartalom/1581-a-radartechnika-alapjai-5-resz-hatotavolsag-nehany-tovabbi-kerdes> (Letöltve: 2021.6.24.);
- [24] A. Vardy (ed.), *Codes, Curves and Signals: Common Threads in Communications*. Boston, MA: Springer US, 1998. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5121-8>;
- [25] Stokes, G. G. (1852). „On the composition and resolution of streams of polarized light from different sources.” *Transactions of the Cambridge Philosophical Society*, 9, 399.;
- [26] S. Chandrasekhar, *Radiative Transfer*. New York: Dover Publications, 1960, 25. o.;
- [27] „Stokes parameters” *Wikipedia* https://en.wikipedia.org/wiki/Stokes_parameters#cite_note-1 (Letöltve: 2021.6.24.);
- [28] Shapiro, Irwin I. „Fourth Test of General Relativity”. *Physical Review Letters* 13, sz. 26 (1964. december 28.): 789–91. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.13.789>;
- [29] Forrás: B. Campbell, Smithsonian és munkatársai, NRAO/AUI/NSF, Arecibo https://mk0astronownow9oh6g.kinstacdn.com/wp-content/uploads/2015/03/Radar_Venus_NRAO_940x400.jpg (Letöltve: 2021.6.24.);
- [30] Frey Sándor, „Rádiócsillagászat és műholdas navigáció.” *Úrvilág - Űrkutatási hírportál*. 2018.5.24. http://www.urvilag.hu/navigacio_es_terkepeszet/20180524_radiocsillagaszat_es_muholdas_navigacio;
- [31] A MANT pályázatunk weboldala: <https://iac2024budapestbid.mant.hu> (Letöltve: 2021.9.13.).

1. ábra. Zlin Z 143LSi „Genius” 2+2 üléses repülőgépek
a szolnoki bázis betonján (Fotó: HM Zrínyi Nonprofit Kft.)



Balla Tibor*–Gáspár Tibor**

Zlin Z 242L és Zlin Z 143LSi típusú repülőgépek integrálása a Magyar Honvédség újraindult pilótaképzésébe

A Magyar Honvédség a Zlin Z 143LSi (2 db) és a Zlin Z 242L (6 db) típusokból összesen 8 db-ot vásárolt, amelyek az MH 86. Szolnok Helikopterbázison állomásozva a Nemzeti Közsolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Karán újraindult hazai pilótaképzést, valamint a NATO kanadai repülőképzésére (NFTC – NATO Flying Training in Canada) történő felkészítést is szolgálják. A két típus elsősorban kiképzési feladatokra, így műrepülési, műszerrepülési, kötelékrepülési, valamint éjszakai kiképzési feladatokra alkalmazható. Az összetett műrepülési feladatok során a kétszemélyes változat a jövő légijármű-vezetők kiválasztását segíti. A négyüléses

gépek a kiképzés mellett futár- és vizuális felderítő feladatokra is alkalmasak.

A ZLIN Z 143LSI ÉS A ZLIN Z 242L TÍPUSÚ REPÜLŐGÉPEK RENDSZERBE ÁLLÍTÁSÁNAK SZÜKSÉGSÉGE

Az első két Zlin Z 242L típusú repülőgép – amelyekkel egy új korszak kezdődött a hazai pilótaképzés történetében – 2017. március 24-én érkezett a szolnoki helikopterbázisra. Az újonnan beszerzett repülőgépek az 1994-ben beszerzett Jak-52-es típust hivatottak váltani. A típusváltásra azért volt

ÖSSZEFOGLALÁS: A repülőgépvezetők képzése kiemelt feladat a világ összes hadseregében. A katonai repülés speciális ismereteket követel meg, amelyeket csak jól képzett oktatók és kellő alaposággal megválogatott hallgatók képesek elsajátítani. Képzésük költséges, ezért a követelmények is magasak. A tanulmányban a szerzők bemutatják a Magyar Honvédség által üzemeltetett kiképző repülőgépeket, a repülőgépvezetőkkel szemben támasztott követelményeket, valamint ismertetik a repülőgépek jellemzőit és további alkalmazásuk lehetőségeit.

KULCSSZAVAK: pilótaképzés, felderítő repülés, beszerzés, utánpótlás, oktatás, alkalmazhatóság, katonai kiképző repülőgép

ABSTRACT: The pilot training program is one of the highest priority in all militaries worldwide. Military flight requires special skills which can be taught by well trained professional instructors, and requires selected, well prepared and enthusiastic students. The authors of the article introduce Hungarian military training aircraft, its capabilities, and the requirements that are needed to become a pilot.

KEY WORDS: pilot training, reconnaissance flight, acquisition, supply, education, applicability, military training aircraft

* Alezredes (MSc.), oktató helikoptervezető, MH 86. Szolnok Helikopter Bázis, Vegyes Kiképzőrepülő Század századparancsnok. ORCID: 0000-0002-5615-7010

** Százados (BSc.) Zlin oktató repülőgépvezető, MH 86. Szolnok Helikopter Bázis Vegyes Kiképzőrepülő Század oktató. ORCID: 0000-0002-4876-9973

szükség, hogy a jövő pilótái a modern kor támasztotta követelményeknek megfelelő repülőeszközzel sajátíthassák el a repülés alapjait. Az új Zlinekkel történő repülés kevesebb feladatot ró a repülőgép személyzetére a korábban alkalmazott Jakokhoz képest, így a növendék több figyelmet fordíthat az egyes repülési elemek elsajátítására.

A Jak-52-esekkel szemben az új Zlinek már a XXI. század követelményeinek megfelelő műszerezettséggel, ergonomiai kialakítással és a kezdő pilótajelölt oktatását elősegítő egymás melletti üléselrendezéssel rendelkeznek. Az újonnan beszerzett Zlinek korábban nemzetközi környezetben bizonyították alkalmasságukat és megbízhatóságukat, hiszen repülő-kiképző feladatra számos további NATO-, és NATO-n kívüli tagállam légi ereje is alkalmazza a típusokat. A repülőgépek alkatrésztánpótlása folyamatosan biztosított, amely elengedhetetlen feltétele az ifjú pilótajelöltek folyamatos képzésének. A gyár szakemberei napi szinten nyomon követik a repülőgépek műszaki állapotát, információkat gyűjtenek be és dolgoznak fel az üzemeltetési tapasztalatokról, ezzel is segítve a repülőgépeket üzemeltető alakulatokat. Ez a tény is alátámasztja, hogy a Zlin Aircraft a.s. napjainkban is aktív és dinamikusan fejlődő repülőgépgyártó vállalat.

A ZLIN Z 143LSI ÉS ZLIN Z 242L TÍPUSÚ REPÜLŐGÉPEK ALKALMAZHATÓSÁGA, MŰSZEREZETTSÉGE ÉS TECHNIKAI ADATAI

A Zlin Z 143LSi és Zlin Z 242L típusú repülőgépek „full glass cockpit” műszerezettséggel rendelkeznek, amely magába foglalja a legmodernebb Garmin navigációs, kommunikációs és repülést támogató rendszereket. Ezek az eszközök lehetővé teszik a műszeres indulási SID (Standard Instrument Departure Route – általános műszeres indulási eljárás), az érkezési STAR (Standard Arrival Route – általános érkezési eljárás), a műszeres leszállító ILS (Instrument Landing System – műszeres leszállító rendszer), az RNP (Required Navigation Performance – megkövetelt navigációs végrehajtás), valamint az RNAV (aRea NAVigation – közelkörzeti navigációs eljárás) eljárások lerepülését. A Zlin Z 143LSi típus robotpilótával felszerelt, amely képes a fent említett megközelítési eljárások lerepülésére egészen addig a minimális magasságig, ameddig a pilóta eldöntheti, hogy immáron kézi irányítással folytatja az eljárást és leszáll, vagy megszakítja azt, felkészül egy

2. ábra. Zlin Z 242L típusú repülőgép műszaki előkészítés után. Előtérben jelentés fogadása a repülőgép állapotáról (Fotó: Szórád Tamás)



újabb megközelítés végrehajtására. Ez kitűnő gyakorlási lehetőséget biztosít azoknak a jelölteknek, akik a későbbiekben szállító repülőgépen folytatják pályafutásukat.

A Zlinek nemcsak nappal, hanem akár éjszakai körülmények között is alkalmazhatók. A közelmúltban a bázis kijelölt oktatóállománya sikeresen végrehajtotta az éjszakai módszertani repüléseket. A tapasztalatok alapján mindkét típus kiválóan alkalmas az éjszakai kiképzési repülési feladatok végrehajtására. Ennek köszönhetően a jelöltek megismerkedhetnek az éjszakai repülés sajátosságaival, amely tovább növeli a hazai pilótaképzés színvonalát.

A Zlinek számos alkalommal vettek részt hazai és nemzetközi hadművelleti repülésben, amelyek során repültek már célt kiképzési céllal idegen légi jármű elfogási gyakorlatokon (a JAS-39 Gripen vadászrepülőgépekkel), valamint az MH 12. Arrabona Légvédelmi Rakétaezred légicél-felderítési és -befogási gyakorlatain.

A ZLIN Z 242L TÍPUSÚ REPÜLŐGÉP TECHNIKAI ADATAI

A 2. ábrán látható kétüléses Zlin Z 242L „Guru”-t polgári vagy katonai, műrepülésre is alkalmas oktatógépnek tervezték. Ennek megfelelően a sárkányszerkezete +5,7 és -3,3 G-s túlterhelést is elvisel. Az amerikai Textron Lycoming AEIO-360-A1B6 dugattyús motor 2700-as percenkénti fordulatszámánál 147 kW (200 LE) teljesítményre képes, amellyel egy MTV-9-B-C / C-188-18 háromtollú, kompozitból készített, állandó sebességű, hidraulikusan változtatható beállítási szögű légcsavart hajt meg. [1]

A 768 kg-os saját és 1090 kg-os maximális felszállótömegű gép hosszúsága 6,94 m, magassága 2,95 m, szárnyainak fesztávolsága pedig 9,34 m. A repülőgép a szárnyakban elhelyezett 60 l-es fő üzemanyag-tartályokkal és a szárnyvégekben elhelyezett 55 l-es póttartályokkal rendelkezik. Az üzemeltetése gazdaságos; az áramvonalas törzsszerkezetnek köszönhetően a 100 KTS (csomó) utazósebességgel óránként alig 32 l-es üzemanyag-fogyasztás érhető el. A hatótávolság ezzel elérheti akár az 1056 km-t, illetve a gép közel 6 órát képes a levegőben tartózkodni. A felszálláshoz, a maximális felszállótömeg esetén is elegendő egy 266 m-es futópálya. [1]

A ZLIN Z 143LSI TÍPUSÚ REPÜLŐGÉP TECHNIKAI ADATAI

A „zseni”, azaz a Zlin Z 143LSi „Genius” 2+2 üléses gép felépítése hasonlít a Zlin Z 242L-re, igaz a törzse és a tömege kicsit nagyobb: 896 kg-os saját tömegéhez 1350 kg-nyi maximális felszállótömeg társul. Ehhez nagyobb teljesítményű erőforrás szükséges, amelyet egy Textron Lycoming IO-540-C4D5 173 kW (235 LE) motor biztosít. Légcsavarja egy MTV-9-B /195-45-ös, kompozit háromtollú légcsavar. A gyári adatok szerint 3000 m-es utazómagasságon, a gazdaságos 100 KTS utazósebességgel haladva, 1100 km-es hatótávolság is elérhető. A 3. ábrán látható repülőgép két darab 60 l-es fő üzemanyag-tartállyal és a szárnyvégekben elhelyezett 50 l-es póttartályokkal rendelkezik. [2]

A felszálláshoz mintegy 300 m hosszúságú felszállópálya is elegendő. A 7,58 m hosszú, 2,91 m magas és 10,14 m szárnyfesztávolságú gép nem műrepülhető, megengedett túlterhelése +4,4 és -1,8G. A 2+2 ülés elrendezésnek köszönhetően, kiképzési feladatokon túl alkalmas futár, és vizuális felderítési, megfigyelési feladatokra is. [2]





3. ábra. Zlin Z 143LSi „Genius” 2+2 üléses kiképző repülőgép, a szolnoki bázison [3]

A ZLIN Z 143LSi és ZLIN Z 242L TÍPUSÚ REPÜLŐGÉPEK ALKALMAZÁSA A MAGYARORSZÁGI PÍLÓTAKÉPZÉSBEN, AZ NFTC-KÉPZÉS HAZAI SZAKASZÁBAN, VALAMINT AZ OKTATÓI ÁLLOMÁNY KIVÁLASZTÁSÁNAK MENETE

Az újraindított magyarországi pilótaképzésnek – amelyet a Nemzeti Közszo lgalati Egyetem (NKE) 2018-ban hosszú, majdnem 20 éves kihagyás után indított el – alapvető feltétele egy emelt létszámú kiképző repülőgéppark létrehozása, amely az MH 86. Szolnok Helikopter Bázishoz érkezett 6 db Zlin Z 242L és 2 db Zlin Z 143LSi repülőgéppel, 2020 decemberére megvalósult. Ez a gépszám a megnövekedett hajózóképzés igényeit már képes kielégíteni. A képzés hatékonyságnövelésének másik jelentős faktora az oktatói állomány létszám-bővítése annak érdekében, hogy a bővülő repülőgépparkot a megfelelő létszámú, jól felkészült oktatói csoport hatékonyan, professzionális szinten üzemeltesse. A fejlesztés célja, hogy a fiatal hajózók képzése minőségben és mennyiségben is megfeleljen a folyamatosan bővülő igényeknek. A hazai pilótaképzéssel – a korábban indult Gripen-pilóták utánpótlását célzó NFTC (Nato Flight Training in Canada) Zlin típuson történő kiválogatása mellett – tovább bővültek az Magyar Honvédség 86. Szolnok Helikopter BázisVegyes Kiképző Repülőszázadának kiképzési feladatai. A folyamatosan bővülő Zlin típusú géppark légi üzemeltetéséhez mindenképp nagy tapasztalattal rendelkező, rátermett oktatókra van szükség, hogy a jövő hajózó generációja komoly szakmai alapokra építve tudja megkezdni repülő pályafutását.

A koronavírus-járvány jelentős csapást mért a kereskedelmi repülésre is, ami világszerte, így Magyarországon is pilóták százait kényszerítette a korábban jól jövedelmező munkájuk feladására. Ez a szomorú tény nem kis részben járult hozzá ahhoz, hogy a Magyar Honvédség által kiírt oktatói pályázatra olyanok is jelentkeztek, akik addig a polgári repülésben dolgoztak, sőt akadt korábbi MiG-29-es pilóta is közöttük, aki később a civil repülést választotta.

A jelentkezőket önkéntes műveleti tartalékosként illesztették a honvédség rendszerébe, ahol a civil pilótáknak először a katonai rendszer követelményei szerint összeállított kiválogatási eljárás követelményeinek kellett megfelelniük. A kiválasztási módszert – parancsnoki feladatszabás alapján – a Vegyes Kiképző Repülőszázad oktatói a Repülő Felkészítési Főnökséggel közösen dolgozták ki. A módszer jóváhagyása után fogadhatták a jelentkezőket. Az oktatójelöltek időben elhúzódó jelentkezése ugyan kissé lassította a folyamatot, de végül megfelelő létszámú oktatójelölttel elkezdődhetett az oktatói kiválasztás.

AZ OKTATÓI ÁLLOMÁNY REPÜLÉSELMÉLETI FELKÉSZÍTÉSE, A KATONAI REPÜLŐGÉPVEZETŐ-KÉPZÉST SEGÍTŐ OKTATÓI KOMPETENCIÁK MEGSZERZÉSE, AZOK SZÁMONKÉRÉSE

A leendő oktatók, egy általános repülési ismeretekről szóló felmérés után kéthetes földi előképzést kaptak, amelyben a katonai repterek információiról, a szolnoki repülőtér rep-terhasználati utasításáról, angol rádiólevezéslésből, katonai repülési szabályzatokból, illetve a Zlin Z 242L és Zlin Z 143LSi repülőgépek műszaki és légi üzemeltetési ismeretekből kaptak felkészítést. A felkészítés végén egy komplex szakmai vizsgán kellett tanúbizonyosságot tenniük tudásukról, amely kiegészült két prezentáció kidolgozásával. Kilenc különböző témakörből kellett véletlenszerűen kiválasztaniuk kettőt, és azokból felkészülniük úgy, mintha a hallgatóknak tartanának előadást – egyet angolul, egyet magyarul. Az előadásokat a helikopterbázis vezetése, a kijelölt oktatók és a Nemzeti Közszo lgalati Egyetem másodéves hallgatói hallgatták végig, majd a kijelölt vizsgabizottság értékelte az oktatójelöltek teljesítményét. Az értékelés a kiválasztás fontos eleme, hiszen egy oktató esetében nemcsak arról van szó, hogy jól repül-e, hanem arról is, hogy olyan szinten tudja-e átadni tudását, hogy azt a fiatalok megértsék, és tanuljanak belőle.

AZ OKTATÓI ÁLLOMÁNY GYAKORLATI REPÜLŐKIKÉPZÉSBEN TÖRTÉNŐ KIVÁLASZTÁSA

A jelöltek ezt követően nyolc óra repülési időt kaptak, amelynek lerepülése után, a bázis Zlin-oktatói, illetve az NFTC-képzésért felelős oktatók egy-egy vizsgarepülés során döntöttek el, hogy az adott jelentkező alkalmas-e a katonai követelmények szerinti tudás elsajátítására. Az elméleti és gyakorlati vizsgák után elsősorban olyan oktatók váltak alkalmassá, akiknél csak frissíteni kellett az ismereteket, mivel a kiképzésükre biztosított 50 óra/fő kevés ahhoz, hogy bárkit kiképezzenek olyan feladatra, amiben nincs megfelelő tapasztalata. Hiába volt tehát valakinek tízezer repült órája, ha nem volt gyakorlata például a kötelekre repülésben, nem kerülhetett be az oktatói csoportba. A kiválasztott hat oktatójelölt a végrehajtott 50 óras oktatói képzés után kezdhette meg a munkát Szolnokon.

A két repülőgéptípuson jelenleg ez a 8 fős oktatói csoport végzi a kiképzési feladatokat, a más alakulatoktól érkező NFTC-képzésért felelős oktatókkal kiegészülve, de a végcél, hogy a 8 db gépre legalább 12 oktató álljon rendelkezésre, hogy a felkészülés-repülés-kiértékelés hármasa a leghatékonyabbá tegye a fiatalok szakmai felkészítését.

AZ NFTC- ÉS AZ NKE-HALLGATÓI KÉPZÉS, A HALLGATÓKKAL SZEMBEN TÁMASZTOTT KÖVETELMÉNYEK

Az NFTC- és az NKE-alapképzés egyaránt Zlin típuson történik, mivel annak eldöntésére, hogy egy repülőgép- vagy helikopter-vezető-jelölt alkalmas-e egy légi jármű vezetésére, ez a legköltségtakarékosabb és leghatékonyabb megoldás. A Magyar Honvédség légierije, a legújabb típusú Airbus cég által gyártott H145M helikopterek érkezésével, illetve a korábbi A319-es és Dassault Falcon 7X repülőgépek beszerzése után jelentős pilótahiánnyal küzd, amelynek kielégítésére a Vegyes Kiképző Repülőszázad folyamatosan képi a repülőgép-vezető-jelölteket.

A repülőgép-vezető pályára jelentkező fiatalok mindkét képzés esetében repülőorvosi vizsgálaton esnek át, amelyet a kecskeméti RAVGYI (Repülőorvosi-, Alkalmasság-



4. ábra. Egy, az NKE képzésében részt vevő hallgató beszállása, önálló repülési feladat végrehajtására (Fotó: Szórád Tamás)

vizsgáló és Gyógyító Intézet) végez annak eldöntése érdekében, hogy egészségügyi szempontból a jelölt alkalmas-e a pályára. Ezt követően, annak érdekében, hogy egy repülés közben bekövetkező vészhelyzet esetén a repülőeszközt annak vezetője biztonságosan tudja elhagyni, kéthetes földi felkészítést követően, 8 darab ejtőernyős ugrás következik. A pilótaképzés során a fiatal jelöltek ezzel is bizonyítják alkalmasságukat, bátorságukat és kitartásukat.

Az NFTC-képzésre (Kanada) küldendő jelöltek kiválasztásakor, a jelentkezéshez felsőfokú végzettség és középfokú angol nyelvvizsga megléte a feltétel. Harvard típuson történő kiképzésre 5 szerződött helyre ebben az évben 8 jelölt közül választható ki a kiutazók személye. Az oktatóknak a kiválasztás végén kell felállítani az alkalmassági sorrendet, amely nyomán az 5 legjobb képességű jelölt utazik Kanadába. Az itthon maradó három fiatal, a hazai képzés sikeres elvégzése után – ha alkalmas a továbbképzésre –, lehetőséget kap, hogy szállító repülőgépen vagy helikopteren megkapja a további repülő kiképzést, az évtizedek óta tartó pilótahiány miatt ugyanis kiemelten fontos a hajózó állomány feltöltése.

A repülő kiképzés 45 óra repülési időből tevődik össze, ahol a 14. repült óra után egy ellenőrző repülésre (check flight) kerül sor, amely során a repülést értékelő oktató eldönti, hogy a jelölt alkalmas-e önálló repülés („safe for solo”) végrehajtására. (4. ábra.) A kiképzésnek ebben a fázisában a jelölt már az alapfeladatokat – a repülőgép ellenőrzése, indítás, gurulás, fel- és leszállás, rádiózás, az iskolakör és a légtér feladatok végrehajtása – már biztonságosan képes elvégezni, illetve, ha motorleállás miatt vészhelyzetbe kerül, a tanultak alapján képes kezelni a helyzetet azzal, hogy önállóan, egy általa kiválasztott területre végrehajtja a kényszerleszállást.

Ha azonban az önálló repülés előtti ellenőrzés (check flight) során az oktatói csoport úgy dönt, hogy a jelölt az erőfeszítések ellenére sem engedhető egyedül gyakorlórepülésre, akkor a további képzésnek nincs értelme, mert ezután már csak bonyolultabb feladatok következnek. Az ellenőrző repülés tehát egyfajta szűrő, amikor kiderül, hogy a jelöltek rendelkeznek-e alapképességgel, amely a későbbiekben, az egyre bonyolultabbá váló repülések során tovább fejleszthető.

A Nemzeti Közzolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Karán 2018-ban indult az állami légiközlekedési szak. Az állami légijármű-vezető szakirányra évente 20 főt vesznek fel, akik az első két évben általános kato-

nai képzést kapnak, majd a harmadik évtől a választott szakirányra specializálódnak.

A további repülőszakmai képzésre alkalmas jelöltek kiválasztására az NFTC kiválasztásánál is alkalmazott 45 repült óras terv szolgál a légszaváros gépeken, amelyet az LJKP 2019¹ szabályoz meghatározott sorrendben. Ezt lerepülve az oktatók eldöntik, hogy a jelölt alkalmas-e repülőgépvezetőnek. Ha valakiről kiderül, hogy valamilyen készsége nem teszi alkalmassá egy sugárhajtású repülőgépen történő repülésre, de egyébként jól teljesít, akkor az oktatói csoport eldönti, hogy szállító repülőgépen, vagy helikopteren folytathatja-e képzését tovább. Ha a jelölt az oktatók közös véleménye alapján nem alkalmas, akkor a szolnoki oktatók javaslatot tesznek az NKE felé arra, hogy az egyetem vezetése a hallgató számára tegye lehetővé a szakváltást.

A hajózó szakon végzett honvéd tisztjelölt az alapszak elvégzéséig átlagosan 200 óra repülési időt teljesít, attól függetlenül, hogy merevszárnyú vagy forgószárnyas eszközön fejezi be repülő kiképzését.

Az alapszak elvégzését követően a kiképzett és felavartott hajózó tiszteket az első tiszti beosztásukba – az előjárók által megszabott arányban – a kecskeméti MH 59. Szentgyörgyi Dezső Repülőbázisra vagy az MH 86. Szolnok Helikopter Bázis kötelékébe helyezik, és a rendőrség helikopteres repülésének utánpótlását is az NKE padsorából kikerülő fiatal tisztek biztosítják a következő évektől.

ÖSSZEFOGLALÁS

A 2017-ben Szolnokra érkezett Zlin Z 242L és Zlin Z 143LSi repülőgépek méltó utódaivá váltak a korábban kiképző feladatokra rendszeresített Jak-52-es típusú repülőgépeknek. A két típus minden olyan jellemzővel rendelkezik, amely nélkülözhetetlen a modern repülőgépeken történő kiképzés lebonyolításához. Műszerezettsége, ergonómiai kialakítása és a kezdő pilótajelöltek oktatására kiválóan alkalmas egymás melletti üléselrendezése, a XXI. század követelményeinek megfelelő. A 8 db repülőgép elsősorban nappali és éjszakai kiképzési feladatokra alkalmazható, de a típus négyüléses változata hatékonyan alkalmas futár- és vizuális felderítő feladatok ellátására is. Több nemzetközi helyszínen is bizonyították alkalmasságukat és megbízhatóságukat, alkatrészellátásuk kiváló, így számos további NATO és NATO-n kívüli tagállam légierője is alkalmazza a típusokat repülő-kiképző feladatok ellátására.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] ZLIN Aircraft a.s.company, *Zlin-242L Flight Manual*, 2018. 10. 09.;
- [2] ZLIN Aircraft a.s.company, *Zlin-143LSi Flight Manual*, 2017. 12. 13.;
- [3] „Szolnokon ünnepelték a Légierő Haderőnem napját” Silcondreams.hu, 2019. 09. 04., a képet készítette: Butsi István az MH 86. Szolnok Helikopterbázison. <https://www.silcondreams.hu/partnerhir/8/mh-86.-szolnok/szolnokon-unnepelték-a-legiero-haderonem-napjat> (Letöltve: 2021.5.2.).

JEGYZETEK

1 Ljpk-2019: Légijármű-vezetők Kiképzési Programja (Z-C242I és Z-C143Isi)

Prof. dr. Kiss Péter*–Kiss Botond Levente**–Böröczky András***

A terepi járműmozgást befolyásoló tényezők I. rész

Kerék–pálya kapcsolat, a terep tulajdonságai

ELŐZMÉNYEK

Épített utak hiányában az emberi helyváltoztatás évezredek óta keresztül terepen zajlott. A kereket az emberiség körülbelül i. e. 3500-tól alkalmazza, a lánctalpat pedig a XX. század elejétől. A motor- és autótechnika megjelenéséig a kerekes járművek (szekerek, majd később a hintók) legnagyobb sebességét a vontatásra használt emberi vagy állati erő korlátozta. Míg a szekerek semmilyen rugózással nem rendelkeztek, addig a hintókat – a terep egyenetlenségeinek csillapítása és a nagyobb sebesség elérése érdekében – szíjakra függesztették fel. Az akkori járművek számára is kihívásnak számított a terepjárás problémája: puha, ingoványos talajon gyakran elsüllyedtek, a hintók gyors haladaskor, a terep egyenetlenségei gerjesztette lengések következtében felborultak. Bár az elszenvetett balesetek tapasztalatai nyomán fejlődött a korabeli kocsiépítés, azonban a terep–jármű kapcsolat tudományos igényű kutatásáról sokáig nem beszélhettünk. Az áttörést a belső égésű motor megjelenése hozta, amelyet a járműbe építve, a sebesség jelentősen növelhető. Az évezredek óta keresztül alkalmazott „kocsitechnikát” felváltotta az autótechnika. A fúvott gumibroncs, majd a járműrugózás és lengéscsillapítás jelentős sebességnövekedést tett lehetővé. A járműtechnika fejlődése az utak minőségének javulását is eredményezte, mivel az egyre nagyobb sebességhez, egyre jobb minőségű, simább utakra volt szükség.

A járműtechnikai fejlődés a terepjáró járművek körében is megfigyelhető. Az 1900-as évek elején megjelentek a mezőgazdasági traktorok, kerekes és lánctalpas változatban egyaránt, majd az I. világháborúban csatasorba állt az első tank, amelynek prototípusa látható az 1. ábrán. A haditechnikai fejlesztés sokat lendített a terepjáró járművek fejlődésén.



1. ábra. Little Willie, a világ első működőképes tankja [4]

Megkezdődött a mai értelemben korszerűnek mondott terepjáráselméleti kutatás. Felismerték azt az alapvető törvényszerűséget, hogy a jármű terepen történő fennmaradását és mozgását a talaj ellenálló képessége teszi lehetővé. A talaj típusa, felszíne lényegesen meghatározza a jármű mozgását, haladását.

A TEREPJÁRÁS-ELMÉLET ALKALMAZÁSA, KERÉK–PÁLYA KAPCSOLATOK

A kerék–pálya kapcsolatot négy csoportba sorolhatjuk:

1. merev kerék és merev pálya kapcsolat;
2. merev kerék és deformálódó pálya kapcsolat;
3. deformálódó kerék és merev pálya kapcsolat;
4. deformálódó kerék és deformálódó pálya kapcsolat.

A felsorolt csoportokat modelleknek is nevezzük. Az első modell a vasúti kerék és sín kapcsolata. Rögtön hozzá kell

ÖSSZEFOGLALÁS: A terepen mozgó járművek jellemzően kerekes futóművel, lánctalpas járószerkezettel vagy ezek kombinációjával rendelkeznek. A terepi járműmozgást számos tényező befolyásolja, amelyeket három csoportban foglalhatunk össze: járműparaméterek, terep- és talajparaméterek, valamint a jármű mozgását befolyásoló emberi tényezők. A tanulmány sorozat első része a terep- és talajjellemzőkkel foglalkozik, valamint bemutatja a terep és a talaj járműmozgást befolyásoló hatásait, a jármű és a terep kapcsolatát.

KULCSSZAVAK: terepjárás, talajmechanika, kerék–pálya kapcsolatok, terep tulajdonságai, járműdinamika

ABSTRACT: This article is the first one in a four-part series of articles covering the basics of off-road vehicle movement. Off-road vehicles typically have wheeled undercarriages, tracked undercarriages or a combination of both. Off-road vehicle movement is influenced by a number of factors, which can be grouped into three categories. Vehicle parameters, terrain and ground parameters and human factors affecting vehicle movement. This paper deals with the first group of factors, terrain and soil characteristics, in more detail and describes the influences of terrain and soil, the connection between vehicle and terrain.

KEY WORDS: Land Locomotion, Soil Mechanics, Wheel-Track Connections, Terrain Properties, Vehicle Dynamics

* 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

tennünk, hogy valóságban teljesen merev test nem létezik, így a merevnek mondott kerék és pálya valójában deformálódik. Az elszorított igen kismértékű deformáció azonban elhanyagolható a számításokban, ezért figyelmen kívül hagyják. A vasúti kerék és sín kapcsolat adja a legkisebb görbületi ellenállási tényezőt, amely ezred nagyságrendű. Merev kerék és deformálódó pálya kapcsolatáról beszélhetünk a vas- és fémkerekű földmunkagépek, és a régebben alkalmazott vaskerekű mezőgazdasági gépek esetében. A deformálódó kerék és merev pálya kapcsolata a közúti közlekedés modellje. Az autotechnikában használt gumibroncsok menet közben deformálódnak, míg az útfelület deformációja a jármű haladása során elhanyagolhatóan kicsi. Ebben a kapcsolatban a görbületi ellenállási tényező jellemzően század nagyságrendű. A negyedik, és egyben a legbonyolultabb modell, a terepen mozgó járművek (terepjárók, mezőgazdasági, erdőgazdasági gépek) modellje. Ebben a modellben görbület, haladás közben szinte mindig fizikai paraméter változik. Változik a kerék és a pálya alakja, változnak a görbületi sugarak, abszolút és relatív csúszások lépnek fel az érintkezési felület mentén, változik a kerékterhelés és változnak a deformációk is. Itt sem a kerék, sem a pálya deformációja nem hanyagolható el. A modellre jellemző görbületi ellenállási tényező tízed nagyságrendű. Megnevezve a modellben egymásra ható elemeket, ezt a modellt gumibroncs–talaj kapcsolatnak is hívjuk.

Hasonló csoportosítás tehető a lánctalp–pálya kapcsolat esetén. A lánctalpas járószerkezetek kialakítástól függően lehetnek merevek és deformálódóak attól függően, hogy tartalmazznak-e rugalmas (rugózó vagy csillapító) elemeket.

A terepen mozgó járműveknél a terepjáráseleméleti kutatások eredményét használjuk fel. A teljesség igénye nélkül idetartoznak a mezőgazdasági és erdőgazdasági járművek, a katonai és civil terepjárók, a bánya- és földmunkagépek, valamint az űrtechnika fejlődésével megjelenő égitestjárművek (hold- és marsjármű). Az eltérő alkalmazási célok jellemzően a terepjáráselemélet különböző eredményeit hasznosítják. A katonai és civil terepjárók esetén az elsődleges cél a jármű mozgásképségének megtartása. A mezőgazdasági járműveknél azonban, a mozgásképes-

ség mellett – a talaj termőképességének óvása miatt – igen fontos szempont a talajtaposás, tömörítés csökkentése. A kifejezetten terepre készült járművek mellett megjelentek az ún. hobbiterepjárók, sportcélú vagy haszonjárművek (SUV – sport utility vehicle). Ezek a járművek alapvetően szilárd burkolatú közútra készültek, azonban a nagyobb motorteljesítmény, a magasabb hasmagasság, ballonosabb, nagyobb gumibroncsok és a speciális hajtómű (felező, összkerekhajtás, differenciálzár) miatt könnyebb terepre is alkalmasak.

A JÁRMŰMOZGÁST BEFOLYÁSOLÓ PARAMÉTEREK

Terepen a járműmozgást számos paraméter és függvény befolyásolja, amelyeket három fő csoportba sorolhatunk:

1. terepre vonatkozó paraméterek és függvények;
2. járműre vonatkozó paraméterek és függvények;
3. a jármű vezetőjére vonatkozó paraméterek és függvények.

A járműmozgást alapvetően meghatározza a terep, amelynek tulajdonságai jelentősen befolyásolják a jármű sebességét. A terep sajátosságaihoz tartozik a lejtőszög, a terep makroakadályai, a mikroakadályok, a növényzet, a talaj típusa és mechanikai tulajdonságai (2. ábra).

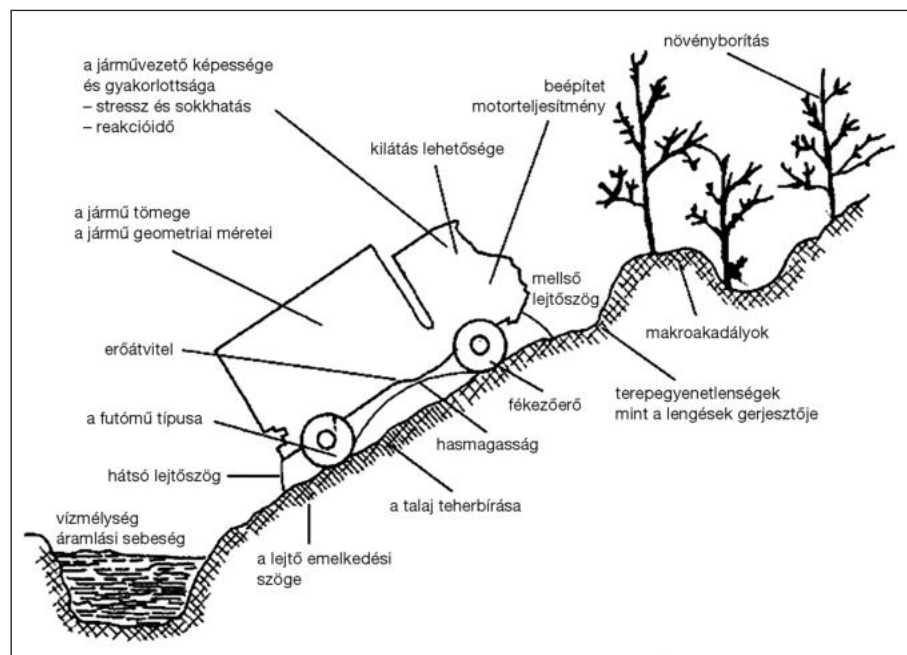
A LEJTŐSZÖG ÉS A JÁRMŰ STABILITÁSA

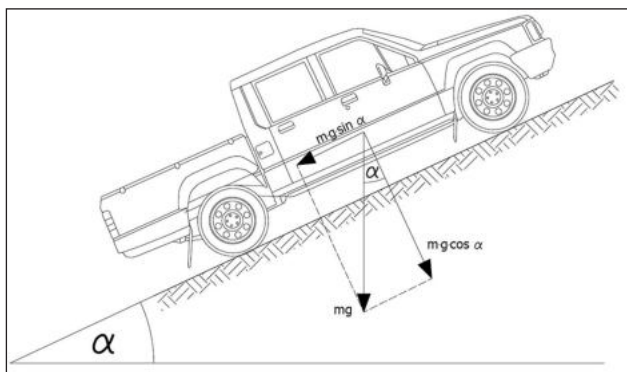
A közutak lejtésének maximális értéke korlátozva van, a terepen azonban nincs ilyen korlátozás, ezért a jármű lejtőmászó képessége fontos járműtervezési kritérium. Az emelkedő a hátsó kerekeken, a lejtő a mellső kerekeken terhelésnövekedést eredményez. Lejtőn történő haladásakor, a lejtővel párhuzamos erő is ébred. Az erő nagysága szögfüggvényrel meghatározható (3. ábra). A jármű kanyarodása közben szintén oldalirányú erő hat. Ez fokozottan veszélyes a lejtőn végzett haladásakor, mert a létrejövő oldalirányú erők összeadódnak. A terepre merőleges erők stabilizálják, a tereppel párhuzamos oldalirányú, előre- vagy hátramutató erők borításra vagy oldalirányú kicsúszásra készítik a járművet. A jármű helyzete mindaddig stabil, amíg az ébredő erők eredőjének hatásvonalja a jármű felfekvési felületén belül mutat. (A jármű felfekvési felületén egyszerű esetben a négy kerék talppontja által határolt négyszög területét értjük.) Ha az eredő erő hatásvonalja a felfekvési felületen kívülre esik, akkor a jármű felborul. Létrejöhét oldalirányú csúszás is, ha a kerék–pálya közötti tapadás kisebb, mint az ébredő oldalirányú erő nagysága.

A 4. ábra a jármű oldalirányú erő hatására bekövetkező kicsúszását mutatja. Ez az eset jellemzően akkor következik be, ha a jármű súlypontja alacsonyan helyezkedik el. A csúszás addig nem következik be, amíg az oldalirányú erő (F_y) kisebb vagy egyenlő a tapadási erővel (F_x).

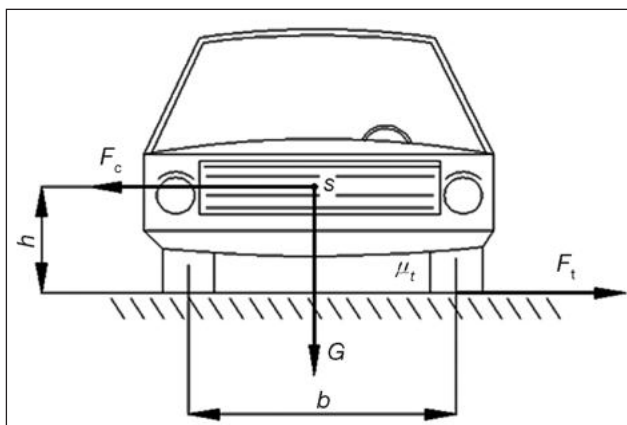


2. ábra. A járműmozgást befolyásoló paraméterrendszerek és függvénykapcsolatok [2]





3. ábra. A járműre ható erők lejtőn (A szerzők szerkesztése)



4. ábra. A jármű oldalirányú erő hatására bekövetkező kicsúszása (A szerzők szerkesztése)

Az erőegyenletből a kanyarodás maximális sebessége meghatározható.

Az 5. ábra a jármű oldalirányú erő hatására bekövetkező borulását mutatja. Ez az eset jellemzően akkor következik be, ha a jármű súlypontja magasan helyezkedik el.

A jármű súlyereje:

$$G = m \cdot g, \quad (1)$$

ahol: m – a jármű tömege [kg],
 g – a gravitációs gyorsulás ($9,81 \text{ m/s}^2$).

Kanyarodáskor a járműre ható oldalirányú erő:

$$F_c = m \cdot \frac{v^2}{r} \quad (2)$$

ahol:

v – a jármű sebessége [m/s],
 r – a kanyarodási sugár [m].

Az oldalirányú erővel szemben a tapadási erő hat:

$$F_t = m \cdot g \cdot \mu_t \quad (3)$$

ahol: μ_t – a tapadási tényező ($\mu_t = 0,1-0,7$) [-].

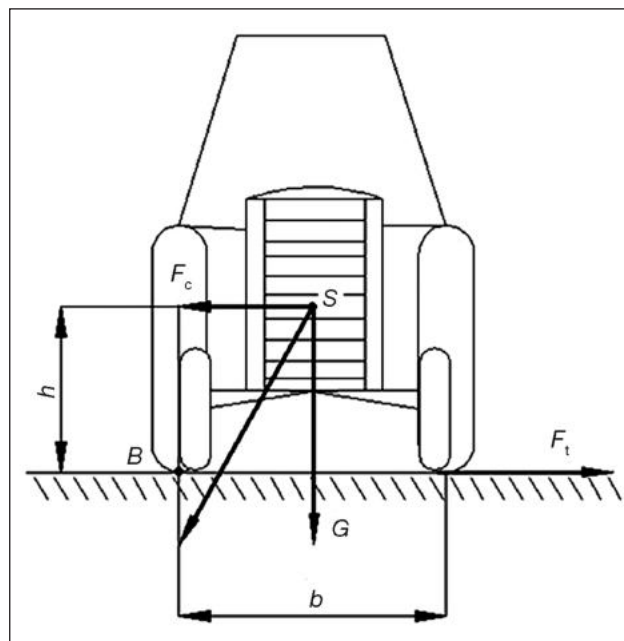
A jármű kicsúszása nem következik be, ha a tapadási erő nagyobb vagy egyenlő, mint az oldalirányú erő:

$$F_c \leq F_t \quad (4)$$

A (2) és (3) egyenletet behelyettesítve, a maximális kanyarodási sebesség kifejezhető:

$$m \cdot \frac{v^2}{r} \leq m \cdot g \cdot \mu_t \quad (5)$$

$$v_{\max} \leq \sqrt{r \cdot g \cdot \mu_t} \quad (6)$$



5. ábra. A jármű oldalirányú erő hatására bekövetkező borulása (A szerzők szerkesztése)

A jármű oldalra borulását vizsgálva kanyarodás közben, a súlyerő, az oldalirányú erő és a tapadási erő a már ismertett módon alakul:

$$G = m \cdot g \quad (7)$$

$$F_c = m \cdot \frac{v^2}{r} \quad (8)$$

$$F_t = m \cdot g \cdot \mu_t \quad (9)$$

A járműre ható oldalirányú erő miatt a kerék talppontja körül ébredő nyomaték:

$$M_b = F_c \cdot h \quad (10)$$

ahol: h – a jármű súlypontjának magassága [m].

A súlyerő stabilizáló nyomatéka:

$$M_{st} = G \cdot \frac{b}{2} \quad (11)$$

ahol: b – a jármű nyomtávja [m].

Egyensúly esetén a két nyomaték egyenlő:

$$M_b = M_{st} \quad (12)$$

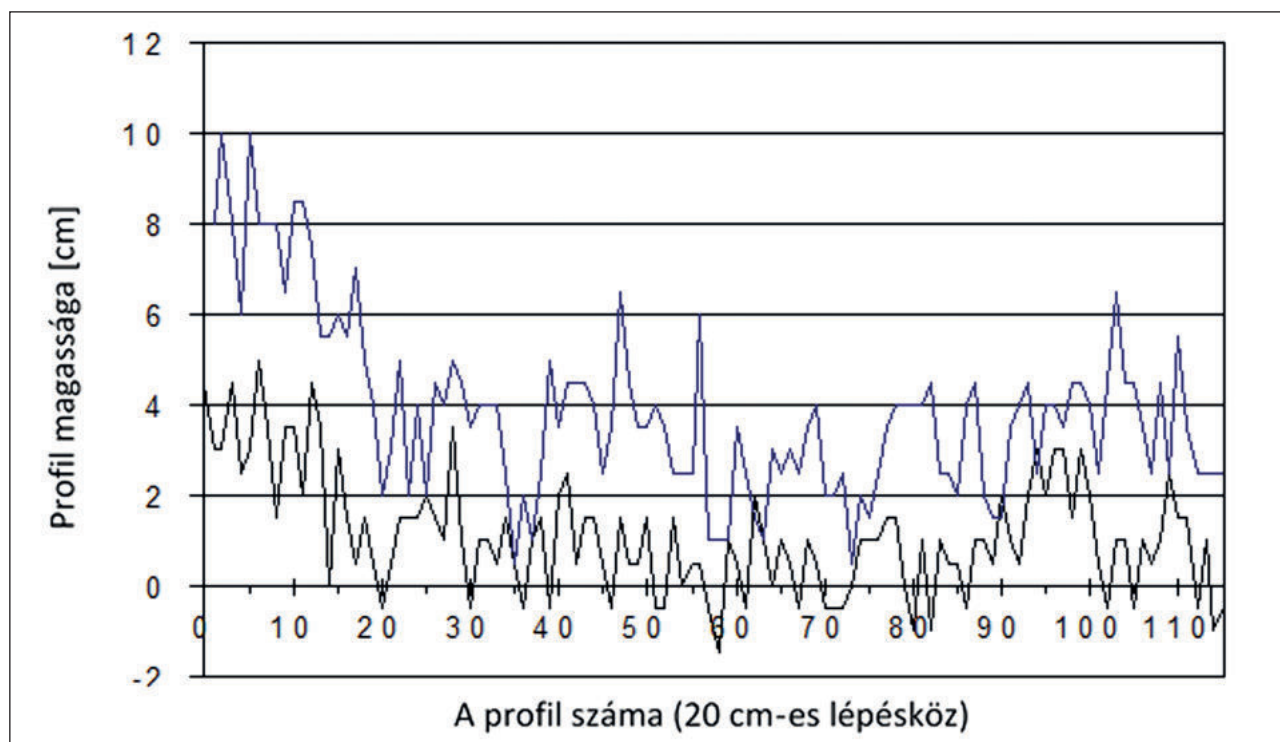
A (10) és (11) egyenletet behelyettesítve, a maximális sebességet kifejezhetjük:

$$m \cdot \frac{v^2}{r} \cdot h = m \cdot g \cdot \frac{b}{2} \quad (13)$$

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{r \cdot g \cdot b}{2 \cdot h}} \quad (14)$$

MAKROAKADÁLYOK

A 0,25 m-nél nagyobb egyenetlenségeket makroakadályoknak nevezzük. Ide tartoznak a nagyobb kövek, sziklák, árkok, vízmosások, kidőlt fatörzsek, valamint a patak- és folyómedrek is. A jármű geometriája (melső és hátsó kinyúlás, szabad hasmagasság) alapvetően befolyásolja a leküzdhető makroakadály nagyságát.



6. ábra. A jármű előtt mért szűz- (kék vonal) és deformált profil (fekete vonal), homokos vályog tarlón [1]

MIKROAKADÁLYOK

Mikroakadályoknak, más néven terepprofilnak a talajfelszín érdességét nevezzük, amely mérhető tereptulajdonság. Megkülönböztetünk deformálatlan, és a jármű áthaladása után mért deformált profilt (6. ábra). A terepprofil jelentősen befolyásolja a jármű függőleges lengéseit. A lengést gerjesztő profilt ható profilnak nevezzük. A lengések a jármű stabilitására is hatással lehetnek, kedvezőtlen esetben a jármű fel is borulhat, azonban a lengések nemcsak a járműre, hanem a személyzetre és a vezetőre is hatnak. Ebből adódóan a terepen alkalmazott maximális sebességet a vezető pszichológiai tűrőképessége határozza meg.

NÖVÉNYZET

A növényzet gátolhatja, vagy segítheti a jármű mozgását. A nagyobb növények, fák, bozót, bokrok gátolják a járművek mozgását, mert köztük a manőverezés, a kormányzás nehéz, a fordulási kör akadályozott. A gyepek növényei azonban segíthetik a jármű ingoványos, süppedékes területen történő áthaladását.

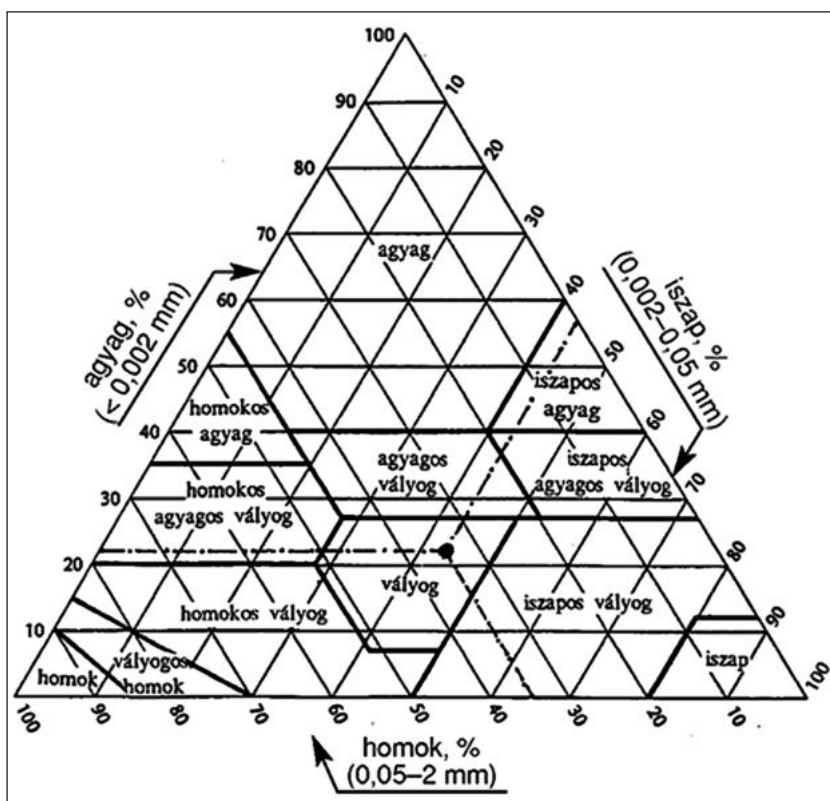
A TALAJ TÍPUSA

A talaj a szilárd földkéreg legkülső, laza takarója. Az egyik legfontosabb tulajdonsága a termékenység, vagyis az a képessége, hogy megfelelő időben és a szükséges mennyiségben képes a növényeket vízzel és tápanyagokkal ellátni. Olyan természeti erőforrás, amely az élő és élettelen természettel szoros kölcsönhatásban folyamatosan képes megújulni. Az alatta fekvő kőzettel, a vízzel, a levegővel és az élővilággal együtt a természeti környezet része, emellett ősidőktől fogva az ember legfontosabb termelőeszköze. A köztudatban úgy terjedt el, hogy a talaj a legfelső, meg-

művelt réteg, azonban a növények gyökerei jóval mélyebbre is lehatolnak. Valójában talajnak tekinthető a felszíntől az elmállatlan kőzetig terjedő – néhol vékonyabb, másutt vastagabb, átlagosan 1,5–2 m vastagságú – réteg. Ennek függőleges metszete a talajszelvény. Bár a talaj nagyrészt nem reakcióképes vázanyagokból áll, jellegzetes kémiai és fizikai tulajdonságait mégis a jóval kisebb mennyiségben jelen levő reakcióképes, kolloid állapotú anyagok határozzák meg. Ezek biztosítják a felületet a talajban lezajló kémiai folyamatokhoz. Aktivitásukat elsősorban nagy fajlagos felületüknek, és legtöbbször jelentős felületi töltéseiknek köszönhetik. A talajban előforduló vas- és alumínium-hidroxidok savas közegben pozitív töltésűek, így anionok megkötésére képesek, míg lúgos kémhatás mellett töltésük negatív lesz, és ekkor kationokat adszorbeálhatnak. A humuszanyagok molekuláinak a felületén nagy mennyiségű karboxil és fenol hidroxil csoport található. Ezek könnyen adnak le hidrogéniont, ezáltal kation megkötésre alkalmas, negatív töltésű helyek jönnek létre. A humuszanyagok aminocsoportjai pedig pozitív töltést kialakítva anionokat kötnek meg. A szemcsék mérete a kolloid mérettartományba eső (1–500 nm) részecskéktől, a néhány cm átmérőjű közettörmelékekig változhat. A nagy méretű közettörmelék és a kavicsfrakciók csak egyes talajokban fordulnak elő. Az egyes szemcsecsoportok jellemző fizikai tulajdonságokkal bírnak. A különböző méretű részecskék illeszkedéséből származó hézagok nagysága talajonként eltérő. (7. ábra)

- A *homokszemcse-frakció* elemei között jelentéktelen a tapadóerő (kohézió). A nagy átmérőjű pórusok révén jó vízvezető képességű, de a kapilláris mérettartományba eső pórusok kis térfogata miatt kevés vizet tud visszatartani. Ásványi összetételükre jellemző, hogy többnyire a mállásnak, oldódásnak jobban ellenálló részekből (pl. kvarc) állnak.
- Az *iszapfrakció* szemcséi egymáshoz erősebben tapadnak, a szemcsék közötti pórustér viszonylag szűk,





7. ábra. A talaj textúrájának megállapítását szolgáló háromszögi diagram [3]

emiatt a vizet kevésbé vezeti. Több vizet tud visszatartani, mint a homok. A finomabb, 0,2–0,002 mm átmérőjű kőzetlisztszemcséket a víz könnyebben szállítja, és a szél is hosszabban lebegteti. A vízi eredetű üledékeket iszapnak, a folyók árteréből kifújott, szél által szállított anyagot pedig lösznek nevezzük. A lösz átmenetet alkot a laza, és a szilárd kőzetek között.

- Az agyagfrakció szemcséi nagy fajlagos felületűek, számottevő elektromos töltéssel rendelkeznek. A szemcsék közötti tapadóerő jelentős, ezáltal a vizet rosszul vagy egyáltalán nem vezeti, de nagy mennyiségű víz megtartására képes.

A TALAJ MECHANIKAI TULAJDONSÁGAIAT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK

A talaj külső, mechanikai terhelésekkel szembeni ellenálló képességét a talaj szilárdsága határozza meg. A talaj szilárdságát meghatározó legfontosabb tulajdonságok a nedvességtartalom, illetve nedvességpotenciál, a szemcse- és agyagásvány-összetétel, a szervesanyag-tartalom, a térfogattömeg és a pórusok mérete.

NEDVESSÉGTARTALOM, NEDVESSÉGPOTENCIÁL

A talajnedvesség fogalma alatt a talajban található víz mennyiségét értjük. Értékét számos módon kifejezhetjük, de a gyakorlatban gravimetrikus és a volumetrikus nedvességtartalom terjedtek el a leginkább. A terepjárás szempontjából fontos megemlíteni továbbá a talajok víztartó képességét. A talajban lévő vízmolekulákra adhéziós, kohéziós és gravitációs erők hatnak. Ezen erők szuperpozíciója határozza meg a talaj víztartó képességét. Minél nagyobb értékűek az adhéziós és kohéziós erők, annál jobb

a talaj víztartó képessége. Ezen képességre jellemző érték az úgynevezett pF-szám. Ugyanannak a talajnak más-más a pF száma a vízzel való telítettségre függvényében. Például a vályogtalajok alacsony nedvességtartalomnál teherviselők és járművel jól járhatók, még vízzel telített állapotban a jármű elsüllyed benne, a kerekek kipörögnek. Az ún. pF-érték alatt, a víz adott részlegének elszívásához szükséges erő vízoszlop centiméterben kifejezett Schofield-értékének 10-es alapú logaritmusát értjük. [5]

10^5 Pa = 981 cm	
vízoszlopnyomással (~1000 cm):	pF 3;
10^6 Pa = ~ 10 000 cm:	pF 4;
10^7 Pa = ~ 100 000 cm:	pF 5;
10^8 Pa = ~ 1 000 000 cm:	pF 6;
10^9 Pa = ~ 10 000 000 cm:	pF 7.

A TÉRFOGATTÖMEG ÉS A PÓRUSOK MÉRTE

A talaj térfogattömege, sűrűsége és porozitása hasonló jellemzőknek tűnnek, azonban fontos tisztázni közöttük a különbségeket. A talaj *térfogattömege* alatt a nedvességmentes, bolygatatlan szerkezetű, egységnyi térfogatú száraz talaj tömegét értjük. A talaj *sűrűsége* (fajsúlya) alatt pedig a hézag és nedvességmentes egységnyi térfogatú talaj tömegét értjük. A különbség a két érték között tehát a bolygatatlan állapotban, a talajban megtalálható levegő mennyisége.

A talaj *porozitása* ezzel szemben az egységnyi térfogatú, bolygatatlan szerkezetű talaj térfogatszázalékban kifejezett összes hézagterfogatát jelenti. Ebből adódóan a nagyobb porozitással rendelkező talajok lazább szerkezetűek, azaz a külső behatásoknak kevésbé tudnak ellenállni. Abban az esetben, ha a mechanikai terhelés meghaladja a talaj szilárdságát, akkor a talaj pórustere lecsökken, térfogattömege nő. A talaj szilárdsága egy bizonyos tartományon belül, a növekvő nedvességtartalommal csökken.

(Folytatjuk)

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Kiss Péter. „Terepen mozgó járművek energetikájának egyes kérdései.” PhD doktori értekezés, Gödöllő: Szent István Egyetem, 2001.;
- [2] Laib Lajos. Terepen mozgó járművek. Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, 2002.;
- [3] Stefanovits Pál, Filep György, Fülek György. *Talajtan*. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 1999.;
- [4] Forrás: <https://tankmuseum.org/tank-nuts/tank-collection/little-willie/> (Letöltés: 2021.04.12.);
- [5] Fülek György (szerk.), *Talajvédelem, talajtan*. Veszprém: Pannon Egyetem – Környezetmérnöki Intézet, 2011. <https://oszkdk.oszk.hu/storage/00/01/75/46/dd/1/03-Talajtan-talajvedelem.pdf> (Letöltés: 2021.6.7.).



1. ábra. A SAAB JAS-39E Gripen Mock-Upja
(Fotó: Dr. Tópercz István)

Kelecsényi István*

Hazai haditechnikai fejlesztések és beszerzések bemutatkozása a kecskeméti repülőnapon

A Honvédelmi Minisztérium és a Magyar Honvédség 2021. augusztus 28–29. között Nemzetközi Repülőnapot és Haditechnikai Bemutatót szervezett az MH 59. Szentgyörgyi Dezső Repülőbázison. Az eseményen 15 nemzet 35 repülőeszközzel vett részt. A látványos légi bemutatók mellett a szárazföldi haderőnem is szerepet kapott, régi és új eszközeit dinamikus és statikus bemutatókon szemléltették meg a látogatók. A Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretében beszerzett repülőeszközök augusztus 20-án Budapest és Szolnok felett már bemutatkoztak a nagyközönségnek, a közelmúltban rendszeresített szárazföldi haditechnikai eszközöket azonban ezen a rendezvényen láthatták először az érdeklődők. A kecskeméti repülőnapon a külföldi gyártók mellett a magyarországi védelmiipari cégek is képviseltették magukat, és nyilvánosságot kapott a hazai védelmi célú kutatás-fejlesztés számos új eredménye is. A nagyobb hadiipari vállalatok közül kiállítóként az Airbus Military; a svéd SAAB; a Leopard harckocsik német gyártója, a Krauss-Maffei Wegmann (KMW); a Lynx gyalogsági harcjárműveket gyártó magyarországi vállalat, az ugyancsak németországi Rheinmetall AG és a Diehl Defense GmbH & Co. KG lőszer-gyár; a csehországi Aero Vodochody, az L-39NG (Next Generation) kiképző és könnyű harci repülőgép gyártója; a

török Nurol Makina cég (a Gidrán harcjármű gyártója), a magyar tulajdonú, Auszriában települő Hirtenberger Defence Systems GmbH & Co KG gyár; a norvég Kongsberg Gruppen, az izraeli Rafael Advanced Defense System Ltd.¹⁰, valamint az európai rakétagyártó MDBA is részt vett a Kecskeméti Repülőnapon.

Az Airbus a már hazánkban hadrendben álló A319 stratégiai szállító repülőgépen és a H145M könnyű, többcélú helikopteren kívül – a román légierő közreműködésével – bemutatott egy IAR330 Puma típusú helikoptert is, amely azonos kategóriájú és hasonló kialakítású, mint a Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretében várhatóan 2023-tól hazánkba érkező H225M Caracal típus.

A SAAB először hozta el Magyarországra a JAS-39E Gripen¹ Mock-Upját². Az új repülőgép makettje mellett kiállították a 35-ös oldalszámú JAS-39C J2 változatot is. Maróth Gáspár védelmi fejlesztésekért felelős kormánybiztos és Dean Rosenfield, a SAAB AB vállalat alelnöke repülőgépipari kutatási-fejlesztési és üzleti együttműködést célzó megállapodást írt alá, amelyen jelen volt Benkő Tibor honvédelmi miniszter és Peter Hultqvist svéd védelmi miniszter is. A haditechnikai bemutatón a SAAB kiállította a hazánkban már szintén rendszeresített Carl-Gustaf M4³ típusú, többcélú, hátrasiklás nélküli reaktív fegyvert is.

ÖSSZEFOGLALÁS: A hosszú kihagyás után megrendezett kecskeméti Nemzetközi Repülőnapon és Haditechnikai Bemutatón a hazai és a külföldről érkezett nagyközönség a Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretében beszerzett repülőeszközök mellett ezúttal számos szárazföldi haditechnikai eszközt is láthatott. A külföldi gyártók mellett a magyarországi védelmiipari cégek is bemutatkoztak, és nyilvánosságot kapott a hazai védelmi célú kutatás-fejlesztés számos új eredménye is.

KULCSSZAVAK: Nemzetközi Repülőnap és Haditechnikai Bemutató, Gripen, Lynx, Leopard 2, Gidrán, L-39NG, KC-390 Millennium

ABSTRACT: This time, at the International Air Show and Military Display in Kecskemét, which was held after a long absence, the general public from Hungary and abroad could see a number of land-based military equipment in addition to aircraft purchased under the Defence and Force Development Program. In addition to foreign manufacturers, Hungarian defense industry companies also introduced themselves and several new results of domestic military research and development were made public.

KEY WORDS: International Air Show and Military Display, Gripen, Lynx, Leopard 2, Gidrán, L – 39NG, KC-390 Millennium

* Szakújságíró, a Magyar Hadtudományi Társaság Légierő Szakosztály tagja. ORCID: 0000-0001-5563-3313.



2. ábra. A Rheinmetall cég Skyranger légvédelmi tornyának 35 mm-es gépágyúval felszerelt változata. A német céggel kötött megállapodás értelmében a 30 mm-es, majd a 35 mm-es gépágyúval szerelt változatot a hamarosan Zalaegerszegen gyártásra kerülő Lynx gyalogsági harcjárművekre szerelik (Fotó: Zsig Zoltán)



3. ábra. A norvég Kongsberg és az amerikai Raytheon cégek által fejlesztett NASAMS légvédelmi rendszer tűzelosztó központ (FDC) makettjét is megtekinthették az érdeklődők. A képen bal oldalon a rendszerrel jelenleg együttműködni képes rakéták, az AMRAAM, az AMRAAM-ER és az AIM-9X Sidewinder láthatók (Fotó: Kelecsényi István)

A KMW és a Rheinmetall vállalat a szárazföldi csapatok számára gyártott Leopard 2A4HU⁴ lánctalpas nehéz harckocsikat a tatai MH 25. Klapka György Lövészdandár által szervezett dinamikus képességbemutatón az érdeklődők

működés közben, majd statikus állapotban is megtekinthették. A Leopard 2A7+ harckocsit és a PzH 2000 páncélozott önjáró löveget, valamint a Wiesen 2 műszaki támogató harcjárműveket statikus bemutatón állították ki épp úgy, mint a közeljövőben magyarországi gyártásra tervezett Lynx⁵ (Hiúz) gyalogsági harcjárművet. A Lynx többfajta – köztük a Skyranger légvédelmi rendszer részét képező – repülőgépek, helikopterek és robotrepülőgépek ellen is alkalmazható toronnyal is felszerelhető. A repülőnapon a Skyranger-torony statikusan telepíthető, 35 mm-es gépágyúval felszerelt változatát mutatták be. A Rheinmetall elhozta a Mission Master autonóm, vezető nélküli kereső járművet (UGV – Unmanned Ground Vehicle), amely az egyik legkorszerűbb fejlesztés a távirányítással, illetve önműködtetéssel is működtethető szárazföldi lánctalpas és kerekes gyalogsági harcjárművek között.

A norvég Kongsberg cég a földi telepítésű, új, kis-közepes hatótávolságú légvédelmi rakétarendszer (NASAMS)⁶ irányítópultjának és indítóállványának 1:1 arányú makettjét mutatta be. A harceszköz a közeljövőben hazánkban is hadrendbe áll.

A légvédelmi rakéták sorában a francia–német MDBA bemutatta a Mistral SHORAD (short-range air defence – közel hatótávolságú) rakétakomplexumot, amely már évek óta hazánk légvédelmi eszköztárába tartozik. A gyártó a SAAB JAS-39 Gripenekre függesztve mutatta be az AMRAAM-nál nagyobb hatótávolságú Meteor BVRAAM (Beyond Visual Range Air-to-Air Missile – látóhatáron túli célok megsemmisítésére szolgáló) rakétáját, amely a Diehl Defence IRIS-T képalkotó közelharc rakétájával együtt számos ország légierijében szolgál már.

A SAAB által statikusan bemutatott JAS-39 Gripenen, a Litening célmegjelölő eszköz helyett a Rafael cég által gyártott Reccelite felderítő konténer volt látható. Ez a tény is alátámasztja, hogy a Meteor és IRIS-T légi harc-rakétákat és a Reccelite felderítő podot – a Meteor légi harc-rakéták hatótávolságának kihasználása érdekében – már integrálták a JAS-39C/D és E/F típusokhoz. A XXI. századi harci repülőgépekhez már elengedhetetlen a hagyományos Doppler-impulzus-lokátorok fázisvezérelt antennás technikára történő cseréje. A SAAB a Gripen C/D változatokra már integrálta a PS-05/A Mk5 típusú AESA lokátorait, az E/F változatokat pedig eleve ilyen rendszerű radarokkal gyártják. A magyar Gripenek a légi bemutató során több alkalommal is látványos repüléseket hajtottak végre.

A magyar tulajdoni hányaddal is rendelkező Hirtenberger Defence Systems GmbH & Co KG 81 mm-es és 120 mm-es aknavetőket, az azokhoz tartozó lőszereket, valamint tűzvezető rendszereket állított ki.

A cseh székhelyű, 1919-ben alapított Aero Vodochody⁷ az L-29 Delfin típusú, sugárhajtású kiképző repülőgéppel vált híressé, amely típus a Magyar Néphadseregnek is jól ismert és kedvelt oktatógép volt. Elődjéhez méltó rangot szerzett az L-39 Albatros kiképzőrepülőgép-család, amelynek ZO-változata szintén repült a Magyar Honvédség kötelékében. Az immár magyar bejegyzésű és az Aero Investment Partners Zrt. 51%-os, többségi tulajdonában lévő vállalat a két típusváltozatban világpiacra szánt L-39NG repülőgépet és a cseh légierő által repült L-159 típusú harci-gyakorló repülőgépet mutatta be. A dinamikus program során az L-39NG repülőgépet Kilián Nándor vezérőrnagy, a légi haderőnem főszemlélője a gyár főpilótájával együtt repülte.

A brazil állam által 1969-ben alapított Embraer⁸ a polgári és katonai repülés egyik meghatározó gyártójává vált. A cég a kategóriájában az egyik legjobbnak tartott, gázturbinás-sugárhajóműves taktikai szállító- és légi után-



4. ábra. A török Aselsan cégcsoport IHASAVAR típusú drónelhárító kézi eszközrendszer. A hordozható eszköz nagy kapacitású Li-Ion akkumulátorokkal működik, és egy feltöltéssel 1,5 órán keresztül képes üzemelni. A török vállalat szerint az eszközre több mint 100 zavarási profil programozható (Fotó: Kelecsényi István)

töltő repülőgépből, a KC-390 Millenniumból Magyarországra 2020 novemberében két példányt vásárolt. A típus látványos repüléssel mutatkozott be a hazai közönségnek.

A Törökországból érkezett Nurol Makina bemutatta az Ejder Yalçın páncélozott terepjáró harcjármű változatait, köztük a Magyarország számára készülő Gidránt⁹ is, amely gyártása hazánkban német-török-magyar kooperációban történik. A bemutatott Gidrán Tatáról, az MH 25. Klapka György Lövészdandár harcjárműveként érkezett Kecskemétre. A másik török harcjármű, a kisebb Yörük/NMS 4x4 kerékképletű katonai terepjáró változat volt.

A török Vestel Defence Industry kiállította a felfegyverezhető Vestel Karayel pilóta nélküli repülőeszközét. A HT Division szakemberei a Karayel megfigyelő-felderítő drón mellett számos technikai eszközt – köztük egy szenzortornyot és egy drónelhárító kézi eszközrendszert is bemutattak.

A HM Arzenál Elektromechanikai Zrt. a Magyar Honvédségnél rendszeresített, és licenc alapján részben Magyarországon gyártott CZ kézfegyvereket állította ki, továbbá bemutatta az R-01 Nemere pilóta nélküli csupaszárny konstrukciójú felderítő repülőgépet, valamint a Meteor-3MA pilóta nélküli gázturbinás célrepülőgép-rendszert.

Nagy érdeklődés övezte a Gestamen Kutatás Fejlesztés Zrt. mérnökei által kifejlesztett kézfegyverek prototípusait is. A fejlesztési projekt célja az volt, hogy a CZ Bren 2 típusú

5. ábra. Az új, magyar tervezésű és gyártású kézfegyver-család G224LMG típusú könnyű géppuska prototípusai is a Gestamen Kutatás Fejlesztés Zrt. mérnökcsapatának termékei. A könnyű géppuska/golyószóró 5,56x45 NATO löszert tüzel (Forrás: MH Zrínyi Kft./Kertész László)



6. ábra. A veresegyházi székhelyű Rotors & Cams Zrt. PROTAR típusú gázturbinás, katapultos indítású célrepülőgép (Fotó: Kelecsényi István)



7. ábra. Az ArmCom Zrt. LSF-21 (LSF – légi sugárfelderítő) eszköz. A konténertestet a Genevation Aircraft Kft. alvállalkozóként hozta létre (Fotó: Kelecsényi István)

sú fegyvereknél kevésbé költséges, ugyanakkor egy modern haderő igényeit kielégítő kézfegyver-család is elérhetővé válna a magyar haderő számára. A Gestamen-fegyverek tesztelése jelenleg is zajlik, azok gyártásáról és rendszeresítéséről egyelőre nem született döntés.

A 2014-ben alakult, veresegyházi székhelyű Rotors & Cams Zrt. az egyedi UAV-rendszerek hazai piacának meg-



határozó szereplője. Termékeit az ipari, rendvédelmi és katonai szervezetek széles körben alkalmazzák. Rotors & Cams a 410 km/h sebességű PROTAR típusú gázturbinás hajtású, katapultos indítású célrepülőgépet, továbbá több felderítő multikopterét is bemutatta.

A Magyar Honvédség Parancsnoksága Kibervédelmi Szemléltetésének együttműködésével bemutatkozott az úgy nevezett „Okosváros” projekt. Kiberbiztonsági kihívások elleni eszközöket, hadszíntérkutatói műszereket, 3D-s modellezést, AR-szemüveget, katapultulást és repülő-szimulátorokat láthatott az érdeklődő közönség.

A méltán nagy érdeklődésre számot tartó, nyolcévnyi szünetet követően idén augusztusban megrendezett két-napos kecskeméti eseményre közel 120 ezer látogató váltott jegyet. A látványos szülő és kötelékrepülések bemutatón kívül, a közönség számos repülőgépet a kifutópálya betonján, statikusan kiállítva tekinthetett meg. Akik inkább a szárazföldi eszközöket preferálták, azoknak is jutott bőven látnivaló. A 2021-es rendezvény legnagyobb értéke, hogy a hosszú kihagyást követően ezen az eseményen számos új beszerzésű és fejlesztésű haditechnikai eszközt is bemutatathatott a Magyar Honvédség.

JEGYZETEK

- Kelecsényi István, „A JAS-39C/D Gripen repülőgépek fegyverzete, modernizációs lehetőségei I-III. rész” *Haditechnika* 54, 4. sz. (2020): 36–40. o. DOI: 10.23713/HT.54.4.08; 54, 5. sz. (2020): 32–36. o. DOI: 10.23713/HT.54.5.06; 55, 1. sz. (2021): 35–38. o. DOI: 10.23713/HT.55.1.07.
- 1:1 arányú modell vagy makett.
- Zsig Zoltán, „A Carl-Gustaf M4 típusú, többcélú hátrasiklás nélküli reaktív fegyver” *Haditechnika* 55, 2. szám (2021): 19–26. o. DOI: 10.23713/HT.55.2.04.
- Kurcz Kristóf, Dr. Vég Róbert, Dr. Hegedűs Ernő, „A Leopard 2 harckocsis család és a Magyar Honvédség 2A4 és 2A7+ típusváltozatai I. rész” *Haditechnika* 54, 5. sz. (2020): 2–7. o. DOI: 10.23713/HT.54.5.01; 54, 6. sz. (2020): 19–21. o. DOI: 10.23713/HT.54.6.04.
- Ocskay István, „A Lynx harcjárműcsalád fejlesztése, technikai leírása és jövője I-III. rész” *Haditechnika* 54, 6. sz. (2020): 52–57. o. DOI: 10.23713/HT.54.6.11; 55, 1. sz. (2021): 46–51. o. DOI: 10.23713/HT.55.1.09; 55, 2. sz. (2021): 56–62. o. DOI: 10.23713/HT.55.2.11.
- Tömböl László, Böcz Lajos Lóránt, Juhancsik János: „A földi telepítésű légvédelem új, kis-közepes hatótávolságú rakétarendszere” *Haditechnika* 55, 5. sz. (2021): 54–59. o. DOI: 10.23713/HT.55.5.09
- Dr. Hannel Sándor, Kelecsényi István: „Az Aero Vodochody cseh repülőgépgyártó vállalat és repülőgépei I-II. rész” *Haditechnika* 55, 4. sz. (2021): 9–14. o. DOI: 10.23713/HT.55.4.02; 55, 5. sz. (2021): 16–21. o. DOI: 10.23713/HT.55.5.03
- Nagy László, Szabó Miklós: „A harcászati légi szállítóképesség fejlesztése a Magyar Honvédségben – Bemutatkozik a KC-390 Millennium repülőgép” *Haditechnika* 55, 2. sz. (2021): 27–33. o. DOI: 10.23713/HT.55.2.05; András Fülek, „Twenty first century development in the Hungarian Defence Forces: The KC-390 tactical military transport aircraft” *Haditechnika* 55, 4. sz. (2021): 20–26. o. DOI: 10.23713/HT.55.4.04
- Ocskay István, Vágner Szabolcs. „Gidrán – egy növelt aknavédelemmel rendelkező harcjármű megjelenése a Magyar Honvédségben I-II. rész” *Haditechnika* 55, 3. sz. (2021): 57–62. o. DOI: 10.23713/HT.55.3.10; 55, 4. sz. (2021): 47–54. o. DOI: 10.23713/HT.55.4.09
- Az izraeli Rafael cég bemutatta a Spike páncéltörő rakétacsaládot, közte a Magyar Honvédség által a közelmúltban beszerzett LR2 változatot is. A Spike integrálható az Airbus helikopterekre és páncélozott harcjárművekre is.

A posztermellékleten látható Leopard 2A4 harckocsi főbb harcászati-műszaki adatai*

Hosszúság	9,67 m
Szélesség	3,7 m
Magasság	2,79 m
Tömeg	55 t
Páncélzat	réteges, a tornyon kompozit merőleges síklemez
Hajtómű	MTU MB873-Ka501 12 hengeres 47 600 cm ³ turbófeltöltős, folyadékűtéses dízelmotor 1103 kW (1500 LE)
Nyomatékváltó	Renk HSWL 354 típusú, hidropneumatikus működésű, bolygóműves felépítésű
Maximális sebesség	68 km/h előre menetben, 31 km/h hátra menetben
Hatótávolság	550 km (műúton)
Lépcsőmászó képesség	1,1 m
Árokáthidaló képesség	3 m
Emelkedő-kapaszkodó képesség	max. 31°
Főfegyverzet	Rheinmetall 120 mm-es L/44 sima csövű harckocsiágyú
Kezelőszemélyzet	4 fő (vezető, irányzó, parancsnok, töltőkezelő)

* Forrás: Kurcz Kristóf, dr. Vég Róbert, dr. Hegedűs Ernő, „A Leopard 2 harckocsis család és a Magyar Honvédség 2A4 és 2A7+ típusváltozatai I. rész” *Haditechnika* 54. 5. sz. (2020): 2–7. o. DOI: 10.23713/HT.54.5.01

Dóczy István*

Az Ejder Yalçın Block 4+ verzió harcjárművek kommunikációs integrációja nemzetközi környezetben

A robbanásálló, többfeladatú páncélozott harcjárművek alkalmazása világviszonylatban emelkedő tendenciát mutat. Az egységes alaplmezre épülő, elsősorban támogató szerepkörben alkalmazható, jó terepjáró képességgel rendelkező járművek felhasználásának köre az elmúlt években kiteljesedett. A Magyar Honvédség kerekesharcjármű-állományának megújítása ilyen szempontok alapján történik.

ELŐZMÉNY

2020-ban a Védelmi Beszerzési Ügynökség ZRt. pályázatot hirdetett „Kommunikációs rendszer kialakítás, beszerzés, integrálás 4x4 páncélozott többcélú moduláris harcjárművekbe” címmel. A pályázatot a HM ArmCom Zrt. nyerte, amelynek sikerességéhez nagymértékben hozzájárult a cég korábbi években számos járműbeépítési projektben szerzett tapasztalata. A vállalat több mint 50 éve foglalkozik ilyen típusú tevékenységgel. Az 1990-es években a megrendelők sora a Magyar Honvédség mellett kibővült polgári célú üzleti partnerekkel is, például több magyar mentőautó beépítési projektet követően, az üzem 2019-ben – német partnerével együttműködve – már nemzetközi megrendelésre is átalakított mentőautókat. [1]

A JÁRMŰ FŐBB JELLEMZŐI

BÁZISJÁRMŰ

A hivatalos megállapodást követően, a nyilvánosság előtt is megnyílt a lehetőség a jármű részletesebb megismerésére. A nagy médiaérdeklődés során a nagyközönség megismerhette a török Nurol Makina által gyártott Ejder Yalçın harcjármű fontosabb paramétereit, így már nem jelentett újdonságot a több mint 6 m hosszú és 2,7 m széles, 9 főt szállítani képes eszköz kiemelkedő mobilitása és terepjáró

képessége. A felszereltségtől függően 15–16 tonna tömegű, a Magyar Honvédségben hadrendbe állított, Gidrán fantázianevű modellek összerék-meghajtásúak. (1. ábra) A 8,9 l-es, dízelüzemű motorral meghajtott terepjáró gépjármű számos olyan tulajdonsággal rendelkezik, amelyek segítségével a kor elvárásainak megfelelően, az ergonómia és a komfortelemek megőrzése mellett is képes megóvni az utastérben tartózkodókat a támadásoktól. Az Allison hatfokozatú, automata sebességváltó erőátviteli karakteristikája a terepviszonyokhoz és a különböző harci helyzetekhez illeszkedően nyomógombbal változtatható. Amennyiben a kerekekben lévő nyomás csökken vagy megszűnik, úgy az utastérből szabályozható a megfelelő nyomásértékre történő állítás, defekt esetén pedig a kerekek belső részében található tömörítő futófelülettel akár még 50 km is megtehető a cseréig. A tájékozódást és a könnyebb manőverezhetőséget éjszakai vezetést támogató rendszer,

1. ábra. A Nurol Makina Ejder Yalçın terepjáró a HM ArmCom Zrt. szerelőcsarnokában (Fotó: Hock Máté)



ÖSSZEFOGLALÁS: A szerző beszámol a Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretében megvalósított Nurol Makina Ejder Yalçın harcjárművek híradókommunikációs hardware-integrációs munkálatairól. Az eszközök beépítését követően, a Gidrán összerék meghajtású, robbanásálló, többfeladatú páncélozott harcjárművek alkalmassá váltak arra, hogy hazai és nemzetközi környezetben, gyakorlatokon és missziókban egyaránt bizonyítsák képességeiket.

KULCSSZAVAK: Nurol Makina; Gidrán; Ejder Yalçın; HM ArmCom Zrt; Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program; haderőfejlesztés; hardware integráció; rádióintegráció

ABSTRACT: Author reports in his article about the work of the hardware integration of Military Communication equipment of the Nurol Makina Ejder Yalçın models as part of the framework of Zrínyi Defense and Armed Forces Development Program. After the interior installation of the 4WD, explosion proof, multi-purpose, armored vehicles, called „GIDRÁN” are capable to proof their power and skills in national and international exercises and missions as well.

KEY WORDS: Nurol Makina; Gidrán; Ejder Yalçın; HM ArmCom Zrt; Zrínyi Defence and Force Development Programme; hardware integration; radio integration;

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

parkolószenzor, valamint egy 360°-os szögben képet közvetítő kamerarendszer segíti. A harcjármű minden ablaka repesz- és lövedékálló, míg az összes ajtón aknazárak növelik a zárási biztonságot. [3]

ENERGIAELLÁTÁS

A 24 V-os fedélzeti energiaellátó rendszer állandó működéséről a járműbe épített 2 db fedélzeti akkumulátor gondoskodik, amelyek elkülönülnek a jármű motorindító rendszerétől. A tápellátási rendszer folyamatos működését és az akkumulátorok feszültség szintjeinek stabilitását, a motor generátorának visszatáplálása mellett egy dízelüzemű aggregátor is biztosítja, hosszabb ideig történő állás esetén pedig lehetőség van külső hálózatról 230 V-os betáplálásra is. Az utastérben elhelyezhető, más feszültség szinten működő eszközök kiszolgálásáról egyedi feszültségátalakítók gondoskodnak. A pontos feszültség értékeket a fegyverrendszer irányítópultján található digitális kijelző mutatja.

KOMMUNIKÁCIÓ, HANG- ÉS ADATKAPCSOLATOK

A Gidrán modell elsősorban támogató feladatra alkalmazható, de ettől függetlenül a beépített kommunikációs rendszer elemek jóval szélesebb körben képesek ellátni feladataikat. A járművet 2 db, 50 W adóteljesítményű, ultrarövidhullámú (URH) harcászati rádióval, valamint 1 db 150 W adóteljesítményű rövidhullámú (RH) rádióval szerelték fel. Az eszközök antennái a jármű tetején kaptak helyet. A Kongsberg MV-300 többfunkciós, 30–88 MHz frekvenciasávban üzemelő, beszéd- és adatátviteli célra szolgáló digitális rádió adó-vevő berendezés. (2. ábra) A műszer a beszédet analóg vagy digitális üzemmódban továbbítja. A digitális üzemmód fix frekvenciát, vagy frekvenciaugrásos eljárást használhat az adáshoz. A rádió képes kommunikálni a hagyományos analóg FM-rádiókkal is.

A Kongsberg MV-300 URH rádió gépjárműbe telepítve az alábbi fő egységekből áll:

- rádióvezérlő terminál – RCT;
- adó-vevő – TRX;
- beépítőegység – MBU;
- teljesítményerősítő – PA;
- Cosite Filter – CSFU.

2. ábra. A Kongsberg MV-300 típusú URH-rádió (Fotó: Dóczi István)



3. ábra. Harris gyártmányú Falcon-II AN/PRC-150 (C) 20 W-os rádióberendezés, és egy RF-5833H 150 W-os járműfedélzeti erősítő (Fotó: Dóczi István)

A készletbe tartozik egy Harris gyártmányú Falcon-II AN/PRC-150 (C) 20 W-os rádióberendezés és egy RF-5833H 150 W-os járműfedélzeti erősítő, beszéd- és adatátviteli célra szolgáló többfunkciós, félduplex digitális rádió adó-vevő rendszer. (3. ábra) Az eszköz 1,6–29,9999 MHz rövidhullámú és a 30–59,9999 MHz ultrarövidhullámú frekvenciasávban üzemel. Funkcionális képességei lehetővé teszik, hogy a rádiót különböző felhasználói igények kielégítésére használják. Az eszköz az emberi beszédet digitális vagy analóg üzemmódban továbbítja. A digitális üzemmód fix frekvenciát vagy frekvenciaugrásos eljárást alkalmazhat az adáshoz, a rádió azonban képes kommunikálni a hagyományos analóg rádiókkal is.

A rádió moduláris felépítésű, lehetővé téve számos konfiguráció kiépítését, és különböző felhasználói igények kielégítését. A rádiórendszernek minden konfigurációban része egy hordozható rádiókészülék a hozzá tartozó, levehető kijelző- és vezérlőegységgel (KDU – Keypad Display Unit). Ezt konfigurációnként különböző további egységek egészíthetik ki. [4] [5]

A Harris Falcon-II AN/PRC-150 RH rádió gépjárműbe telepítve az alábbi fő egységekből áll:

- AN/PRC-150 (C) rádió adó-vevő a KDU-val;
- RF-5833H 150W-os járműfedélzeti erősítő;
- RF-5832A antennaillesztő;
- a beépítéshez szükséges segédanyagok.

A két rádió főegységeinek összehasonlítását az 1. táblázat tartalmazza:

A kor elvárásainak megfelelően, minden jármű rendelkezik egységes digitális rádiótávközlő rendszer- (EDR), valamint szoftvervezérelt rádió- (SDR – Software Defined Radio) előkészítéssel. Mind a külső, mind a belső hang- és adatkapcsolatokat a Magyar Honvédségben rendszeresített Fonet belső kommunikációs rendszer kezeli, amelynek legújabb generációjával látták el az eszközöket a folyamatos és stabil kommunikáció biztosítása érdekében. A korábbi verzióktól eltérően, ez az egység képes egyetlen kezelőszerv segítségével 2 felhasználót is kiszolgálni, így a küzdőtér 5 fős személyzetének elegendő volt 3 kezelőszervet kialakítani, amely jelentős helymegtakarítást, és egyszerűbb kábelezési feladatot eredményezett. A kommunikációs rendszer adatkapcsolatát egy, a parancsnoki munkahelyen kialakított, felhajtható billentyűzettel rendelkező, erősített kivitelű tablet biztosítja. A 12" képpel rendelkező táblagépet – egy úti dokkoló segítségével – a járműpa-

1. táblázat. A Harris AN/PRC-150 és a Kongsberg MV-300 harcászati rádiók főbb technikai paramétereinek összehasonlítása
(Készítette: Kovács Zoltán [HM ArmCom ZRt.] a [6] [7] [8] alapján.)

Jellemző	Harris AN/PRC-150	Kongsberg MV-300
Frekvenciatartomány	1,6–59,999 MHz	30,000–87,975 MHz
Rádiófrekvencia bemenet/ kimenet (impedancia)	50 ohm	50 ohm
Bemeneti tápfeszültség	24 VDC (23–30 VDC)	24 VDC (19–31 VDC)
Adatcsatlakozási felület	Szinkron vagy aszinkron (RS-232C; MIL-STD-188-114A)	Szinkron vagy aszinkron RS-232, X.28 PAD és X.25, Eurocom K, GPS NMEA,
Méret	810 mm × 343 mm × 267 mm	418 mm × 367 mm × 221 mm
Tömeg	18,7 kg	18,8 kg
Adó-vevő egység		
Érzékenység	SSB: –113 dBm (0.5 µV) minimum 10 dB SINAD	CVSD Voice < –114 dBm, MELP Voice < –119 dBm, FM Voice < –112 dBm, 2.400 bps adat < –118 dBm (BER = 10-3)
RF kimeneti teljesítmény	150 W (1,6 MHz–29,9999 MHz); 60 W (30,0000 MHz–59,9999 MHz)	10 mW, 0,5 W, 5 W, 50 W (30–88 MHz)
Antenna-kihangelési képesség	3 m osztorantenna (1,6 MHz-tól 60 MHz-ig), RF-1936P (AS-2259) NVIS (3,5 MHz-tól 10 MHz-ig) RF-1940AT001 /RF-1941 dipól	1,3 m rövid osztorantenna (30–88 MHz) 2,39 m hosszú osztorantenna (30–88 MHz)
Környezetállóság		
Szabvány	MIL-STD-810G	MIL-STD-810C
Működési hőmérséklet	–40°C – +70°C	–40°C – +55°C
Rövidhullámú jellemzők		
Titkosított adatforgalmazás	HF: MIL-STD-188-110B App. C (9600 bps és 12,800 bps kódolatlan), App. B 39 tone (max. 2400 bps) Serial Tone (max. 9600 bps) STANAG 4285 (2400 bps), STANAG 4415 (75 bps) STANAG 4539 (9600 bps), FSK (600 bps) VHF: FSK (16 kbps)	Nincs RH-képesség
Automatikus kapcsolat létrehozása (ALE)	STANAG 4538 FLSU, MIL-STD-188-141B Appendix A és Appendix B AL-1 LP, beleértve a Scope Command telefon típusú hívást is.	Nincs RH-képesség
Frekvencia-adásmódok	Serial Tone ECCM	Nincs RH-képesség
Hangfelvételi képesség (Voice Operated reCoRDER)	HF: LPC-10-52E (600/2400) MELP (600/2400), VHF: CVSD	Nincs RH-képesség
Adatkapcsolat	Protocol (ARQ) STANAG 4538 (3G), pFED-STD-1052	Nincs RH-képesség
URH-jellemzők		
Adatátviteli képesség	Széles sáv FSK (16 kbps)	Korlátozásmentes, az adat transzparens módon kerül továbbításra a hálózat egyik rádiójáról a hálózatban lévő összes többi rádióhoz
Hangdigitalizáló képesség	CVSD (16 kbps)	CVSD (16 kbps)
Frekvencia-adásmódok	Serial Tone ECCM	Fix frekvenciás (Narrow Band Direct Sequence); frekvenciaugrásos; szabad csatornakeresés
Titkosított adatforgalmazás	HF: MIL-STD-188-110B App. C (9600 bps és 12,800 bps kódolatlan), App. B 39 tone (max. 2400 bps) Serial Tone (max. 9600 bps) STANAG 4285 (2400 bps), STANAG 4415 (75 bps) STANAG 4539 (9600 bps), FSK (600 bps) VHF: FSK (16 kbps)	TRANSEC keskenysávú direktszekvenciás szóró spektrum, STANAG 4204
Hangfelvételi képesség (Voice Operated reCoRDER)	HF: LPC-10-52E (600/2400) MELP (600/2400), VHF: CVSD	2,4 kbps MELP
Információvédelem a különböző informatikai rendszerek együttműködésében (COMSEC Interoperability)	ANDVT/ ANDVT/HF/BD, KG-84 (R+NR), VINSON (VHF), CITADEL (coalition)	A rádióvezérlő terminál (RCT) tartalmazza a szoftvert minden alkalmazáshoz, és végzi a rejtjelezési funkciókat





4. ábra. A HM ArmCom Zrt. által beépített elemek egy része a járműparancsnoki munkahely felőli nézetben (Fotó: Hock Máté)

rancsnoki ülés háttámlájához rögzítették. A billentyűzet felhajtható, és az igényeknek megfelelően állítható, így is segítve a ki- és beszállást. A pontos helymeghatározás elengedhetetlen a különböző gyakorlatok és bevetések során, így az eszközkészlet része egy katonai GPS-vevő is, amely a HM ArmCom Zrt. által gyártott Informatikai Rendező Dobozon (IRD) keresztül csatlakozik a tablethez. (4. ábra)

TERVEZÉS ÉS KIVITELEZÉS

A projekt legnagyobb kihívását a járművek beérkezésének tervezetten késői időpontja jelentette, amely a végatadási dátumot csak 15 munkanappal előzte meg. Emiatt kiemelt hangsúlyt kapott a beépítési folyamat ütemezése, az előkészített és előgyártott elemek teljes körű biztosítása a járművek beérkezésének időpontjára. Ugyanilyen okból volt szükséges a szakasostól részletesebb termék- és minőségügyi tervezés is.

A HM ArmCom Zrt. számos nemzetközi partnercéggel tart kapcsolatot, a projektet annak komplexitása, és a szoros határidők miatt mégis kiemelt prioritással kellett kezelnie. A tervezési fázis első lépéseként az ArmCom szakemberei egy hetet töltöttek a Nurol Makina¹ törökországi üzemében, ahol a munkafolyamatok megismerése mellett egyeztettek az ütemtervet és pontosították a munkafolyamatokat. A COVID-járványra való tekintettel fontos volt kialakítani azokat a biztonságos kommunikációs csatornákat, amelyek a magyar és a török mérnökök közötti kapcsolattartást biztosították. A szakemberek a közös platformok és szoftverek útján napi szinten egyeztettek a felek között. A tervadatok cseréje titkosított, felhőalapú szolgál-

tatás segítségével valósult meg, ugyanakkor a mérnökök több alkalommal telefonkonferencián vitattak meg bizonyos részletkérdéseket egymással.

A tervezési fázis következő lépéseként a járműbe beépíteni kívánt eszközök modellezése, azok rögzítésének megtervezése, valamint néhány esetben az eszközökhöz kialakított tartóelemek, egyedi konzolok gyártása valósult meg. Mivel a bázisjármű híradástechnikai eszközök nélkül érkezett Magyarországra, így a különböző rádiók és egyéb informatikai eszközök, valamint azok tápellátásának és kábelnyomvonalainak kialakítása a magyar mérnöki állomány feladata volt. Kiemelt figyelmet kellett fordítani arra, hogy a rendszereszközök külön-külön tápáramkörre kerüljenek, amely egy erre a célra gyártott speciális elosztódoboz segítségével valósult meg.

Az eszközök, segédanyagok és kötőelemek definiálását követően megkezdődhetett a beszerzési folyamat, amely néhány esetben, a speciális termékkövetelmények miatt hetekig is eltartott. A katonai rádiók, informatikai eszközök és a belső kommunikációs rendszer megrendelésével egyidejűleg a vállalat gyártórészlege megkezdte a fentebb részletezett mechanikai elemek legyártását, az elosztódobozok szerelését. A folyamatokat nehezítette, hogy néhány elengedhetetlen, speciális rendszerelem csak a kalkulált beszállítási határidőt követően érkezett be, így ezeket a kiesett időintervallumokat is a gyártási idő csökkentésével kellett kompenzálni. Az anyagok beérkezését követően az alkatrészeket a szakemberek csoportokba rendezték, és a későbbiekben a járművek alvázszereléséhez köthették. Ez a módszer a beépítési idő csökkentésén túl nemcsak a beépítési hely behatárolását könnyítette meg, de a készletjegyzékek kialakítását is elősegítette.

A járművek 2020. december elejére érkeztek a HM ArmCom Zrt. [1] gödöllői üzemébe, ahol a vállalat munkatársai a Nurol Makina török mérnökeivel és technikusaival közösen megkezdtek a beépítési munkálatokat. A szoros határidőre való tekintettel, a mennyiségi tényezőket szem előtt tartva, a mechanikai és elektromos munkákat a projekten dolgozó szakemberek kis csoportban, szimultán több járművön kezdték meg. A török technikus kollégák a magyar szerelőgárdát szakszerűen kiképezték a jármű elemek bontási és összeszerelési sorrendjére, figyelembe véve a funkciók sérthetlenségét, a kábelvezetési utak pontos helyét. A kommunikáció jellemzően angol nyelven zajlott a két csapat között. A kialakítás során ugyancsak kiemelt figyelmet kívánt a jármű védelmi képességeinek megtartása. Ügyelni kellett többek között arra, hogy az antennakábelek áttörési pontjainál megmaradjon a vízzárás, a páncélzat fúrását és módosítását minden esetben egyeztetni kellett a török mérnök kollégákkal. Fontos volt, hogy bár több munkacsoport dolgozott a járműveken, a kialakítás egységes képet alkosson. Az első 2 db készre szerelt jármű típusvizsgálatokon esett át, amely alapján bebizonyosodott, hogy az előzetes műszaki tervek megfelelőek voltak, mindössze néhány apróbb módosítást kellett eszközölni a rajzokon. Az időszakos előrehaladási státuszjelentések elkészítését segítette elő, hogy minden egyes jármű saját munkalappal rendelkezett, így folyamatosan nyomon lehetett követni azok státuszát. (5. ábra)

A gyártósoron kívül a vállalat irodaépületében is folytató az előkészületek annak érdekében, hogy a felajánlás és az átvétel minél zavartalanabb legyen. A tervezési fázistól kezdődően gyártási és átadási dokumentációk készültek az eszközkészlet megismertetésére, használatára és karbantartására. Habár a munkálatok nem kaptak sajtó nyilvánosságot és a vállalat munkatársainak is tiltott volt bármilyen információt megosztani a külvilággal, a projektet folya-



5. ábra. Gidránok a kommunikációs eszközök beépítését követően, a HM ArmCom Zrt. szerelőcsarnokában (Fotó: Hock Máté)

matos érdeklődés kísérte a Magyar Honvédség, valamint egyéb állami közigazgatási szervek részéről. 2021. január közepén került sor a kezelői állomány kiképzésére a vállalat telephelyén. A kezelők megismerték a harcjárműbe épített eszközök főbb műszaki paramétereit és azok használatát, készség szintű tudást szereztek a kommunikációs eszközök kezelésében is.

A végső átvételre 2021. február elején került sor, nem sokkal a Gidránok első nyilvános bemutatása előtt. A gyártási folyamatok során kapott visszajelzések alapján egy olyan termék alapjait sikerült kialakítani, amelyre büszkék lehetnek a gyártó és felhasználó felek is, hazánkban és külföldön egyaránt.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] HM ArmCom Zrt. honlap – www.armcom.hu (Letöltés: 2021.5.11.);
- [2] Nurol Makina hivatalos honlap – <https://www.nurolmakina.com.tr/en> (Letöltés: 2021.5.12.);
- [3] Trautmann Balázs, „Gidrán, lóerő”, Magyar Honvéd 32, no. 4. (2021. április): 26–31.;
- [4] AN/PRC-150(C) Operations, Student Guide, Harris Co. USA, 2007. szeptember, 10515-0103-4500;
- [5] An/PRC-150(C) advanced HF/VHF TACTICAL RADIO system https://www.zsis.hr/UserDocsImages/Sigurnost/pdfs/AN_PRC-150.pdf. (Letöltés: 2021.5.11.);
- [6] Kezelési útmutató – MP300/MV300 Hordozható rádió/Járműfedélzeti rádió – Document number: 1/LZTR 104136 hu R1A;
- [7] Kezelési utasítás – MP300/MV300 Hordozható rádió/Járműfedélzeti rádió – Document number: LZTR 104136 hu R1A;
- [8] RF-5800H-MP Manpack Radio Intermediate Maintenance Manual – Publication number: 10515-0117-4300.

JEGYZETEK

1 A Nurol Makina 1976-ban alapított török vállalat, amely napjainkban összerakérmeghajtású páncélozott járműveket fejleszt és gyárt [2]

HM ZRÍNYI TÉRKÉPÉSZETI ÉS KOMMUNIKÁCIÓS SZOLGÁLTATÓ KÖZHASZNÚ NKFT.

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



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

ÜGYFÉLSZOLGÁLAT ÉS TÉRKÉPBOLT:

1024 Budapest II., Filler u. 14.
+36 (1) 212-4540 • ugyfelszolgalat@topomap.hu
Nyitva tartás: hétfő–péntek 9.00–16.30

- PrePress – Nyomdai előkészítés
 - szöveg-, grafika- és képfeldolgozás, kiadványszerkesztés
 - ellenőrző nyomatok, digitális proofok előállítása
 - bel- és kültéri tablók, bannerek nyomtatása
 - hagyományos és elektronikus montírozás, színrebotás
 - nyomóformák előállítása nyomdai filmről, illetve CTP-technológiával
- Gyorsokszorosítás
 - színes és fekete-fehér másolás/nyomtatás 330 x 487 mm méretig
- Press – Nyomtatás
 - ofsetnyomtatás négy-, illetve hatszínnyomó gépeken, 89 x 126 cm méretig
- PostPress – Kötészeti feldolgozás
 - felületnemesítés fóliázással, laminálással 167 cm szélességig
 - hajtogatás, spirálozás, sorszámozás
 - összehordás, irkakészítés, ragasztókötés
 - kasírozás, táblakészítés, aranyozás
 - szortiment könyvkötészet
- Vákuumformázás
 - vákuumformázó szerszámok, terepasztalok előállítása CNC-technológiával
 - vákuumformázás

NYOMDAI GYÁRTÁSELŐKÉSZÍTÉS: +36 (1) 336-2035

Dr. Hlavicka-Laczák Lili Eszter* – Dr. Hlavička Viktor** – Prof. dr. Károlyi György*** –
Dr. Hajdú Ferenc**** – Dr. Salem Georges Nehme***** – Vozsech István*****

Betonszerkezetek károsodása lövedékbecsapódás hatására II. rész

A megnövekedett biztonsági igények miatt, a kritikusinfrastruktúra-elemeket befogadó új, betonszerkezetű építményeknek ellen kell állniuk még egy repülőgép-becsapódás léptékű ütközésnek is. Mivel kevés ilyen jellegű kísérlet eredménye ismeretes, ezért a tervezés során nagy szerepe van az elméleti megfontolásoknak és a numerikus vizsgálatoknak, ugyanakkor különféle tapasztalati képletek alkalmazásának is. A számítások validálásához szükség van megbízható mérési eredményekre, ezért a szerzők a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem és a Magyar Honvédség Modernizációs Intézet együttműködésében lőtéri tesztek segítségével vizsgálták a lövedék sebességének és a beton minőségének a hatását beton céltárgyak károsodására. Tanulmányuk első részében a lőtéri vizsgálatok előkészítéséről, a beton céltárgyak kialakításáról, a vizsgálófegyver és a vizsgálólövedék paramétereiről olvashattunk.

A VIZSGÁLAT EREDMÉNYEI ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A következőkben bemutatjuk és értékeljük a kísérleti eredményeket. A továbbiakban alkalmazott jelölésmód a következő: IA (100) jelölés az IA jelű keverékből készül betontábla 100 m/s tervezett becsapódási sebességű lövés esetén. Az előzetes számítások jól becsülték a szükséges vizsgálati paramétereket, az elhanyagolható károsodástól az átlukadásig minden lehetséges károsodási mód megjelent, a védett oldalon a lövedék nem repült tovább. A tapasztalt károsodásokat a 4. táblázat foglalja össze, a jellemző károsodási módokat bemutató képeket a 8–11. ábrák mutatják. A mérések során a lövedékek mért sebessége jó egyezést mutatott a tervezettel, a becsapódási sebességek átlagos abszolút eltérése a tervezettől 100 m/s esetén 7,1%, 150 m/s esetén 4,0%, a magasabb sebességek esetén 0,7–1,5% volt.

A 8. ábrán alacsony sebességű becsapódás következményeit látjuk. A sérülések

4. táblázat. A betontáblák védett oldalán tapasztalható károsodások
(A szerzők szerkesztése)

Jel	Hatás a védett oldalon
IA	(100) a védett oldal sértetlen
	(150) két esetben kisebb repedések, egy esetben a védett oldal sértetlen
	(200) kevés, kisebb repedés
	(250) nehezen körülhatárolható repedt felület
	(300) nehezen körülhatárolható repedt felület
	(350) gyakorlatilag perforáció
	(400) két esetben leválás (gyakorlatilag perforáció), egy hibás mérés
IB	(100) a védett oldal sértetlen
	(150) két esetben kisebb repedések, egy esetben a védett oldal sértetlen
	(200) két esetben kisebb repedések, egy esetben a védett oldal sértetlen
	(250) kevés, kisebb repedés
	(300) nehezen körülhatárolható repedt felület
	(350) két esetben leválás, egy esetben repedések
	(400) gyakorlatilag perforáció
II	(100) a védett oldal sértetlen
	(150) a védett oldal sértetlen
	(200) nehezen körülhatárolható repedt felület
	(250) nehezen körülhatárolható repedt felület
	(300) nehezen körülhatárolható repedt felület
	(350) repedések, egy hibás mérés
	(400) két esetben leválás (gyakorlatilag perforáció), egy esetben repedés
III	(100) a védett oldal sértetlen
	(150) a védett oldal sértetlen
	(200) kevés, kisebb repedés
	(250) kevés, kisebb repedés
	(300) nehezen körülhatárolható repedt felület
	(350) nehezen körülhatárolható repedt felület
	(400) egy esetben leválás, egy esetben repedések, egy hibás mérés

* Egyetemi adjunktus, BME Hidak és Szerkezetek Tanszék. ORCID: 0000-0002-8435-3764

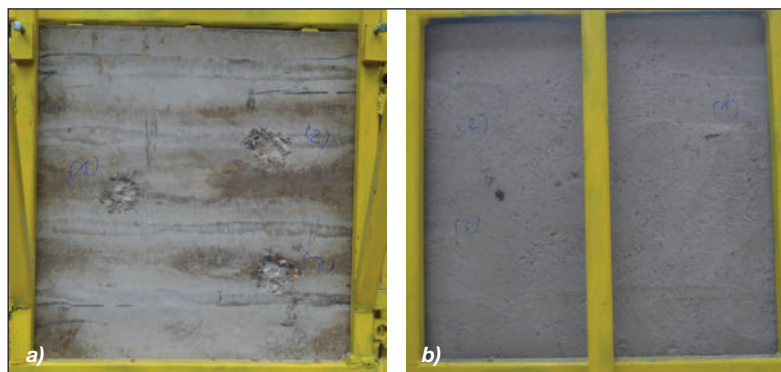
** Egyetemi adjunktus, BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék. ORCID 0000-0001-5435-4400

*** Egyetemi tanár, az MTA levelező tagja, BME Nukleáris Technikai Intézet. ORCID: 0000-0002-1021-9554

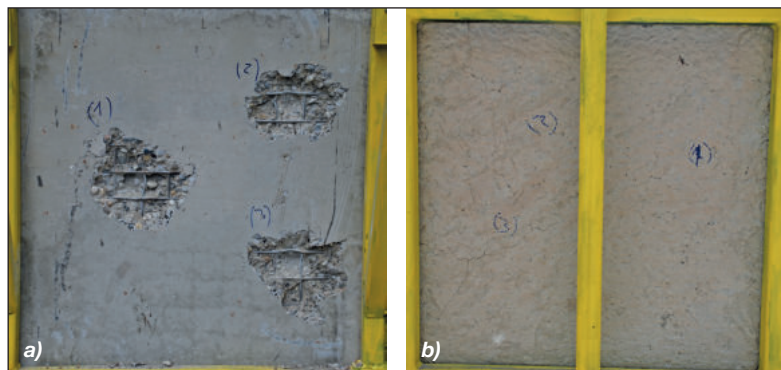
**** Egyetemi docens, NKE HHK Haditechnikai Tanszék. ORCID 0000-0003-0449-7678

***** Egyetemi docens, tanszékvezető, BME Építőanyagok és Magasépítés Tsz. ORCID 0000-0003-4729-5048

***** Gépészmérnök, Magyar Honvédség Anyagellátó Raktárkészlet. ORCID: 0000-0001-9818-7755

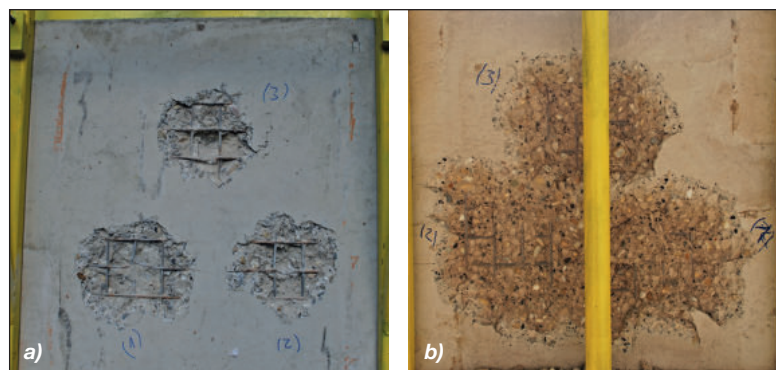


8. ábra. IA(100). próbatest becsapódás felőli és védett oldala a lövéseket követően; a védett oldal gyakorlatilag sértetlen



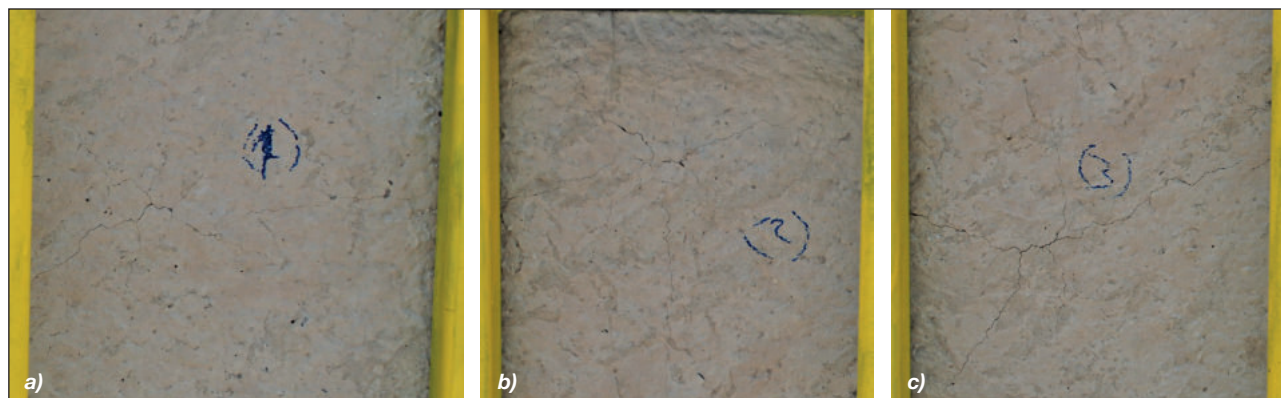
9. ábra. IB(300) próbatest becsapódás felőli és védett oldala a lövéseket követően; a védett oldalon repedések keletkeztek

csak a becsapódás felőli oldalon jelentkeznek, a védett oldal sértetlen annak ellenére, hogy a céltárgy anyaga a leggyengébb volt az összes vizsgált minta közül. A 9. ábra már jelentősen magasabb becsapódási sebesség esetén mutatja a keletkező sérüléseket egy, a 8. ábrával közel azonos tulajdonságú betonmintán. Látható, hogy a becsapódás felőli oldalon jelentős sérülések keletkeztek, és a védett oldalon is megjelennek repedések. Ezeket a repedéseket nagyítva mutatja a 10. ábra. A 11. ábrán a sebesség további növelésének hatását látjuk. A markáns, acélhálót is átszakító becsapódási oldali sérülések mellett jelentős mélységű és kiterjedésű leválások keletkeznek a védett oldalon is.



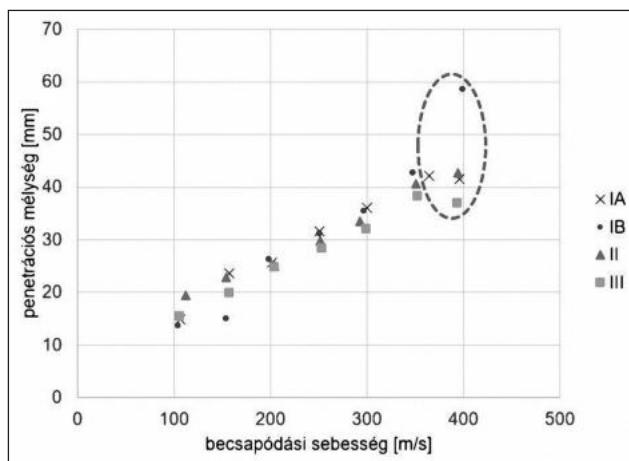
11. ábra. IA(350) próbatest becsapódás felőli és védett oldala a lövéseket követően; a védett oldalon jelentős leválás látható

10. ábra. IB(300) próbatest védett oldali repedései

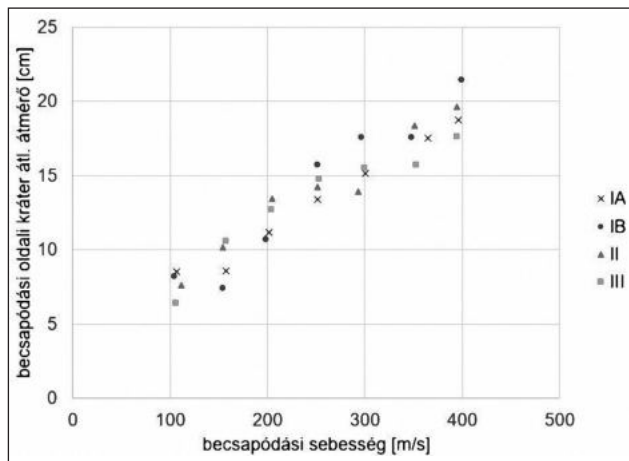


A vizsgálat során a becsapódási oldalon a penetrációs mélységet (a kráter maximális mélysége), illetve a becsapódási kráter átmérőjét mértük, utóbbi két egymásra merőleges irányban mért érték átlagát jelenti. A kimeneti oldalon szintén a kráter maximális mélységét, illetve két érték átlagaként a kráter átmérőjét mértük. Amennyiben nem alakult ki a védett oldalon kráter, úgy a repedések által érintett zóna méretét rögzítettük, a kráter mélysége pedig 0 mm. Ezeknek a mért értékeknek a becsapódási sebességtől való függését mutatják be a 12–15. ábrák az egyes keverékek esetén. Összesen 3 esetben tapasztaltuk a lövedék elfordulását – IA(400), II(100), III(400) –, egy esetben pedig a tervezettől jelentősen eltérő becsapódási sebességet – II(100) eset –, ezeket a méréseket kizártuk az értékelésből, minden más esetben a diagramokon látható pontok 3-3 mérés átlagát jelentik. A diagramokon látható, hogy a becsapódási sebesség növekedésével nő a penetrációs mélység, a becsapódási oldali kráter átmérője, illetve a védett oldalon az érintett zóna.

A 11. ábrán látható, hogy 350 m/s és 400 m/s becsapódási sebesség esetén már csak egy esetben nőtt jelentősen a penetrációs mélység, ennek oka, hogy a védett oldali kráter (14. ábra) és a bemeneti oldali kráter lényegében már összeért, a megmaradt kis betonzóna kihullását, a perforációt már csak a betonacélok akadályozzák meg.



12. ábra. Penetrációs mélység a becsapódási sebesség függvényében, az egyes betonösszetételek esetén (egy-egy pont 3-3 mérés átlagát jelenti). A bekarikázott részen perforáció figyelhető meg (A szerzők szerkesztése)

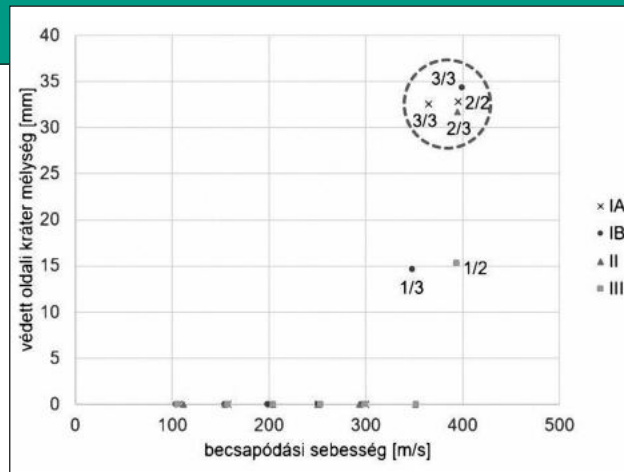


13. ábra. Becsapódási oldali kráter átlagos átmérője a becsapódási sebesség függvényében, az egyes betonösszetételek esetén (egy-egy pont 3-3 mérés átlagát jelenti) (A szerzők szerkesztése)

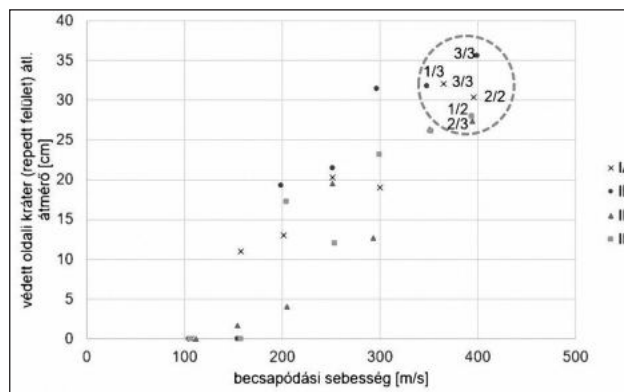
Ha a penetrációs mélység elérte a 40 mm-t, akkor már nagyon közel járunk a perforációhoz, a penetrációs mélységre visszahat a védett oldal. Ez jó egyezést mutat a szakirodalommal, amely szerint, ha a vastagság harmadát felét meghaladja a penetrációs mélység, akkor perforációhoz közeli állapot áll fenn.

A 13. ábra a becsapódási oldali kráter kiterjedését mutatja a becsapódási sebesség függvényében. Látható, hogy a sérült tartomány kiterjedése, mindegyik céltárgy esetén, nagyjából a sebességgel arányosan növekszik. A 14. ábra a védett oldali kráter mélységét mutatja a becsapódási sebesség függvényében. Az ábrán az átlukadással járó esetek jól elkülönülnek, ezek az IA(350), az IA(400), az IB(400), az II(400) esetek. Az IB(350) és a III(400) esetekben csak 1-1 lövéskor keletkezett kisebb mélységű védett oldali kráter, így ezekben az esetekben perforáció nem feltételezhető. A 14. ábrán látható, hogy 12 esetben vált le a varasodott zóna a védett oldalon.

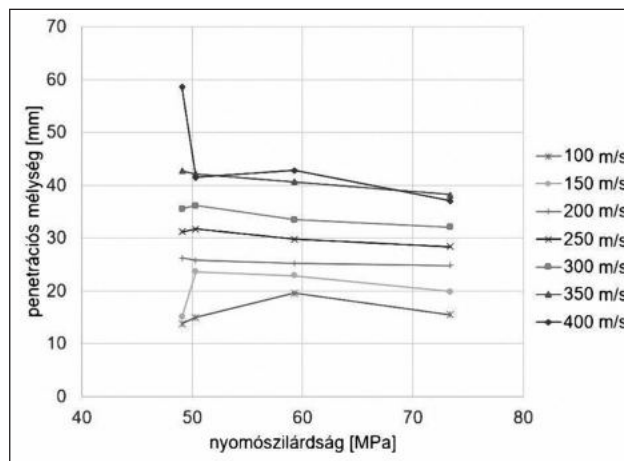
A 15. ábrán a védett oldali kráter kiterjedését láthatjuk a becsapódási sebesség függvényében. Jól látható az eredmények szórása a betonminőség függvényében. A 14. ábra a gyakorlatilag perforálódott eseteket dokumentálja, míg a 15. ábrán azokat az eseteket jelöltük bekarakással, amelyekben tényleges védett oldali kráter keletkezett.



14. ábra. Védett oldali kráter mélysége a becsapódási sebesség függvényében, az egyes betonösszetételek esetén (egy-egy pont 3-3 mérés átlagát jelenti). A bekarikázott részen perforáció figyelhető meg. A pontok mellett található számok azt jelzik, hogy hány mérés esetében keletkezett tényleges kráter, illetve mennyi volt az adott pont esetében az összes mérés (A szerzők szerkesztése)

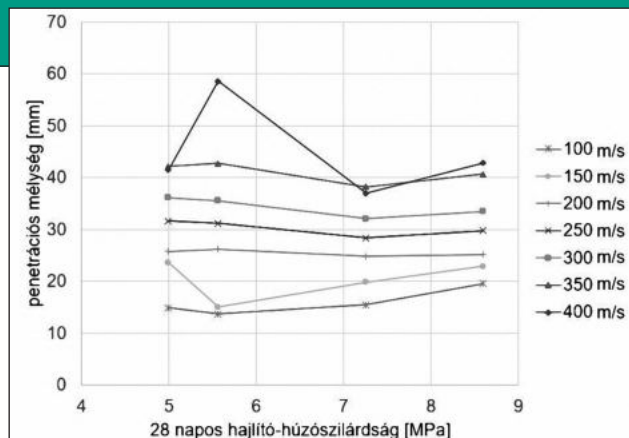


15. ábra. Védett oldali kráter (vagy repedt felület) átlagos átmérője a becsapódási sebesség függvényében, az egyes betonösszetételek esetén (egy-egy pont 3-3 mérés átlagát jelenti). A bekarikázott részen keletkezett védett oldali kráter. A pontok mellett található számok azt jelzik, hogy hány mérés esetében keletkezett tényleges kráter, illetve mennyi volt az adott pont esetében az összes mérés (A szerzők szerkesztése)

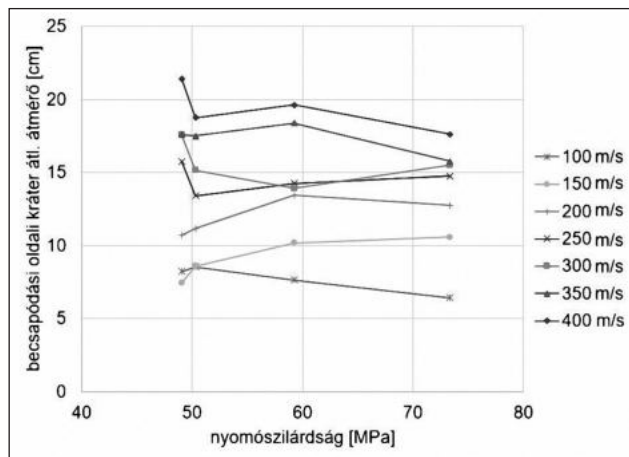


16. ábra. Penetrációs mélység a lőtéri tesztekkor mért beton nyomószilárdságának függvényében, a különböző becsapódási sebességek esetén (egy-egy pont 3-3 mérés átlagát jelenti) (A szerzők szerkesztése)

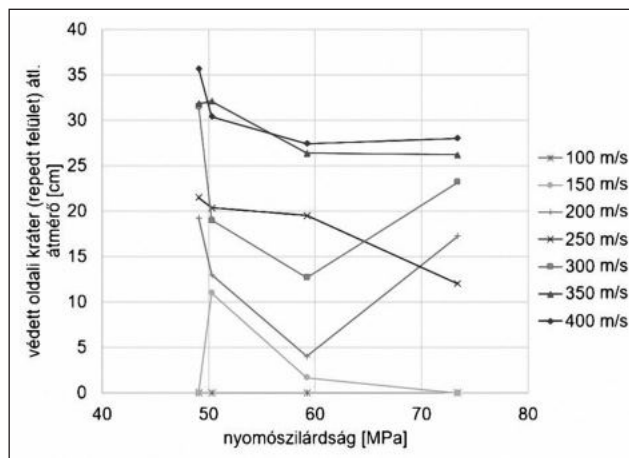
A 16-17. ábrák a penetrációs mélységet ábrázolják, a beton lőtéri tesztekkel egyidőben mért nyomószilárdsága, illetve a 28 napos húzószilárdság függvényében, az egyes



17. ábra. Penetrációs mélység a 28 napos állapotban mért beton hajlító-húzószilárdság függvényében, a különböző becsapódási sebességek esetén (egy-egy pont 3-3 mérés átlagát jelenti) (A szerzők szerkesztése)



18. ábra. Becsapódási oldali kráter átlagos átmérője a lőtéri tesztekkor mért beton nyomószilárdságának függvényében, a különböző becsapódási sebességek esetén (egy-egy pont 3-3 mérés átlagát jelenti) (A szerzők szerkesztése)



19. ábra. Védett oldali kráter (vagy repedt felület) átlagos átmérője a lőtéri tesztekkor mért beton nyomószilárdságának függvényében, a különböző becsapódási sebességek esetén (egy-egy pont 3-3 mérés átlagát jelenti) (A szerzők szerkesztése)

becsapódási sebességek esetén. A diagramok alapján a penetrációs mélység nyomószilárdságtól való függése egyértelműen látható, az elvártaknak megfelelően nagyobb nyomószilárdság kisebb penetrációs mélységet eredményez. A húzószilárdság hatása vélhetően a védett oldali károsodások esetén lesz domináns, az itt keletkező károsodá-

sok részletesebb vizsgálatához a táblákról a közeljövőben metszeteket készítünk. A 18–19. ábrák a becsapódás felőli, illetve a védett oldali kráterátmérőket ábrázolják a lőtéri tesztekkel egyidőben mért nyomószilárdság függvényében. Általában elmondható, hogy nagyobb nyomószilárdság kisebb károsodást, így kisebb átmérőket eredményez.

ÖSSZEGZÉS – TOVÁBBLÉPÉSI LEHETŐSÉGEK

A BME Építőmérnöki Kar és Természettudományi Kar Nukleáris Technikai Intézet, valamint a Magyar Honvédség Modernizációs Intézet közös vizsgálatában különböző összetételű (szilárdságú) betontáblák károsodását vizsgáltuk 30 mm átmérőjű, 169,2 g tömegű acéllövedék 100–400 m/s sebességgel történő becsapódása esetén. Négyféle betonkeverékből összesen $7 \times 4 = 28$ betontábla készült, amelyekre 3-3 azonos sebességű lövést adtak le. Az alkalmazott vizsgálófegyver a Magyar Honvédség Modernizációs Intézet saját fejlesztése, a betonanyagok tervezése és a próbatestek legyártása a BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék Anyagvizsgáló Laboratóriumában történt. A vizsgálati eredmények jól követték az előzetes számításokat, a próbatestek esetén a lehetséges károsodások mindegyike megfigyelhető volt: a becsapódás felőli oldalon penetráció, a védett oldalon elhanyagolható károsodásoktól a repedéseken és varasodáson át a perforációig terjedő károsodás következett be. A vizsgálófegyver – még a kisebb sebességek esetén is – alkalmas volt az előirányzott lövedéke sebességek ellen pontos megvalósítására. A vizsgálatok eredményei az előzetesen számított értékeknek megfelelően alakultak, így jól használhatók numerikus szimulációk kalibrálásához, illetve a szerzők által korábban kidolgozott számítási formula igazolásához. Az eredmények részletesebb elemzése és a károsodásokra vonatkozó többletinformációk érdekében a táblákról történő metszetkészítés, 3D-s szkenneléstől történő felmérés, illetve a további szilárdsági jellemzők laboratóriumi vizsgálata még javában tart. Ezek a további vizsgálatok lehetőséget teremtenek a teljes becsapódási és védett oldali károsodott zóna térfogatának számítására. Vizsgálható lesz, hogy a teljes károsodott zónatér fogat hogyan függ a céltárgy szilárdságától. A szerzők nyomó- és hajlító-húzószilárdság mellett a betonkeverékek hasító-húzószilárdságát és nyírt próbatesteken mért szilárdságát is mérték, az eredmények részletes elemzése és a következtetések levonása még folyamatban van.

A vizsgálófegyver a továbbiakban széleskörűen alkalmazható különféle vizsgálatokban, pl. adott morfológiájú repeszek kilövése, különböző konstrukciójú szárnystabilizált nyíllövedékek külső és célballisztikai vizsgálata esetén.

A vizsgálatok eredményei, és az azok során szerzett tapasztalatok megfelelő alapot nyújthatnak nagyobb méretű lövedékek becsapódásának vizsgálatához is, amellyel – végső célként – akár repülőgép-hajtómű becsapódásának valós és számítógépes elemzésére is sor kerülhet.

A szerzők köszönetüket fejezik ki az NKFIH K-128584 és az ITM NKFIÁ által nyújtott TKP2020 BME-IKA-VIZ projektek anyagi támogatásáért. Köszönjük Bíró Andrásnak, Burai Balázsnak és a Magyar Honvédség Modernizációs Intézet Lőkísérleti Vizsgáló Osztály munkatársainak a céltárgyak elkészítéséhez, és a lőtéri tesztek során nyújtott szakmai segítséget. Köszönjük Halmos Krisztiánnak és az MTA-BME Morfodinamikai Kutatócsoportnak a 3D-s szkennelésben nyújtott segítséget.

Domán László*

A repülőfedélzeti ZU-M típusú elektronikus hangolóblokk

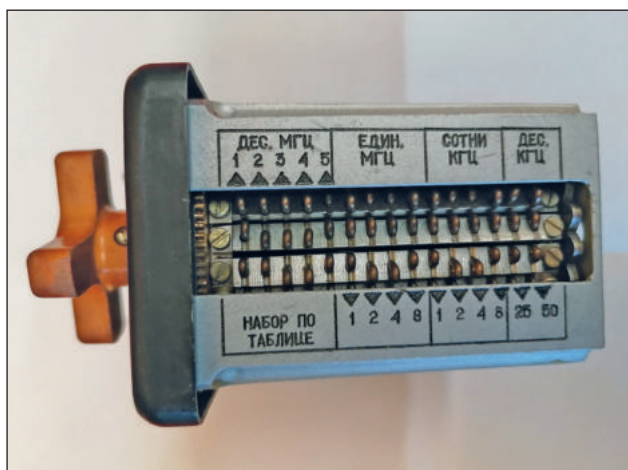
Egy magyar katonai fejlesztés története

A FEJLESZTÉS ELŐZMÉNYEI

Az 1990-es évek végén a zárt légterek számának csökkenésével, a repülésbiztonság (polgári és katonai egyaránt) növelése érdekében, illetve a külföldi légterekben történő repülések gyakoribbá válásával megnőtt az igény a fedélzeti rádióállomások – tetszőleges frekvenciára – levegőben történő áthangolására.

A Magyar Honvédség (MH) tulajdonában lévő repülőeszközök egy része rendelkezett az akkor korszerűnek mondható 25 kHz frekvencia kiosztású, szovjet fejlesztésű, ún. „Командная радиостанция Р-862/Р-863”, magyarul

1. ábra. 19-1a '3Y' (ZU) mechanikus hangolóblokk
(Fotó: Domán László)



ÖSSZEFOGLALÁS: Az 1990-es évek végén a hajózó állomány részéről felmerült az igény – a nyugati gépeken alkalmazotthoz hasonló szolgáltatást nyújtó – folyamatos és tárolt (előre programozható) hangolást biztosító kezelőegység beszerzésére, beépítésére. A tanulmány a katonai repülőeszközök orosz gyártású R-862 és R-863 VHF-UHF frekvenciasávú rádióállomásainak kezelőegységeként alkalmazott, a Magyar Honvédség Légijármű Javítóüzem által kifejlesztett – a Mi-17, Mi-24 típusú helikoptereken máig használt –, ZU-M típusú elektronikus hangolóblokk, és a különféle típusváltozatai fejlesztésének rövid történetét ismerteti. A 20 évvel ezelőtt kifejlesztett, és azóta számos alkalommal továbbfejlesztett ZU-M hangolóblokkot jelenleg is alkalmazzák, a berendezés a gyakorlatban jól bevált.

KULCSSZAVAK: R-863 rádióállomás, ZU hangolóblokk, MH Légijármű Javítóüzem, Mi-17 helikopter, Mi-24 helikopter, An-26 repülőgép, MiG-29 vadászrepülőgép

R-862/R-863 típusú parancsnoki rádióállomással, amely verbális kommunikációt biztosított (lassú adatátvitelre is alkalmas volt, bár ezt a képességet az MH nem hasznosította) A3/F3 modulációs módban. A rádióállomásokhoz a Magyar Honvédségben rendszeresített repülőeszközöknél kétféle kezelőpultot alkalmaztak.

Az eszközök mintegy 90%-ban a kisebb fizikai méretű, csak tárolt hangolást biztosító 10a,6,8 típusú, kezelőpulttal és a hozzá tartozó 19-1a 3Y' (ZU) hangolóblokkal rendelkeztek, ahol 20 frekvenciát lehetett előre mechanikusan lehangolni a beállítócsapok kulccsal történő kiemelésével, vagy süllyesztésével (1. ábra). A kiválasztott frekvencia hangolásához, illetve az előre programozásához külön hangolótáblázatot kellett használni, amely időigényes feladat volt és nagy szakértelmet követelt, emellett lehetetlenné tette a repülés közbeni új frekvenciák beállítását.

A ПУ² kezelőpultok kb. 10%-a 7a, 6 típusú, szélesebb kivitelű, csak folyamatos hangolást biztosító – a repülőgépvezető állomány által csak „бóрокотató”-nak nevezett – változat volt (6. ábra, jobb oldali kép).

A hajózó állomány részéről felmerült az igény – a nyugati típusú repülőgépeken alkalmazott kezelőegységekhez hasonló szolgáltatású – folyamatos és tárolt (előre programozható) hangolást biztosító kezelőegység beszerzésére, beépítésére. Az igények pontosítását követően, 1998-ban a Magyar Honvédség Repülőműszaki Szolgálatfőnökség intézkedést adott ki, amely tartalmazta az új kezelőpultra vonatkozó alkalmazói elvárásokat. Az előzetes intézkedés alapján két kísérleti megoldás is született.

Elsőként egy fejlesztő csapat LCD-kijelzésű, nyomógombos adatbevitelű megoldását építették be az egyik MiG-29B típusú repülőgépbe, de ezt a megoldást a kabin munkaigényes átalakítása miatt végül elvetették.

ABSTRACT: At the end of the 1990s, the need arose from the aircrew for a control unit providing continuous and stored (pre-programmable) tuning, a service similar to that used on the Western machines. The study describes the brief history of the ZU-M type electronic tuning block and its various versions, developed by the Hungarian Aircraft Repair Plant and still used on the Mi-17 and Mi-24 helicopters as the control unit for the Russian-made R-862 and R-863 VHF-UHF radio stations of military aircraft. Developed 20 years ago and improved several times since then, the ZU-M tuning block is still in use and is well proven in practice.

KEY WORDS: R-863 airborne radio set, ZU control unit, Hungarian Defence Forces Aircraft Repair Plant, Mi-17 helicopter, Mi-24 helicopter, An-26 aircraft, MiG-29 aircraft

* Örnagy, MH LÉJÜ. NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Katonai Műszaki Doktori Iskola, PhD hallgató. ORCID: 0000-0002-4472-2609

A ZU-M 25 kHz FREKVENCIA KIOSZTÁSÚ HANGOLÓBLOKK

Ezt követően az MH Légijármű Javítóüzem is felterjesztette a ZU-M típusjelzésű hangolóblokkra (2. és 3. ábra) vonatkozó javaslatát, amely megoldását tekintve – egyszerű cserével – az az eredeti 19-1a ZU hangolóblokk helyére került. A típusjelzésben az M betű utal a modernizált elektronikus hangolóblokkra.

A mintabeépítést és a csapatpróbát követően ez utóbbi megoldást fogadták el, majd ezt követően rendszeresítették az eszközt.

Az MH Légijármű Javítóüzem által kifejlesztett költségkímélő megoldás nem igényli a repülőgépek átalakítását, mindössze – a ZU-M hangolóblokk táplálásának biztosítása érdekében – minimális módosítás szükséges az eredeti 10a ПУ kezelőpultban (4. ábra). A hangolóblokk kimenete, az eredeti ZU hangolóblokknak megfelelően 15 bites párhuzamos kód, amelyet a kezelőpult elektronikája párhuzamos-soros átalakítást követően küld az adó-vevőbe 2 db adatvonal, és 3 db címvonál segítségével.

A ZU-M hangolóblokkot a Magyar Honvédségben rendszerben álló minden MiG-29B, MiG-29UB típusú vadászrepülőgépbe, az R-863 fedélzeti rádióállomással rendelkező An-26 típusú szállító-repülőgépbe és számos Mi-24 típusú harci, illetve Mi-8 és Mi-17 típusú közepes szállító helikopterbe is beépítették.

A kezelőpult átalakítása nem befolyásolja az eredeti ZU blokk alkalmazását, az szükség esetén bármikor visszacserélhető (természetesen az eredeti szolgáltatás biztosítása mellett). Ez azt jelenti, hogy lehetőség van (pl.: korábban a MiG-29UB típus esetében a két kabinban) az új

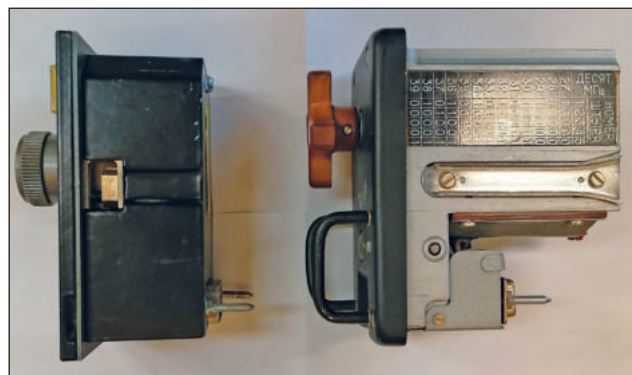


4. ábra. ZU-M és ZU hangolóblokkok a 10 típusú kezelőegységekben (Fotó: Domán László)

ZU-M, és az eredeti ZU hangoló blokk korlátozás nélküli, vegyes üzemeltetésére is. [2]

A fent leírtak szerint kifejlesztett ZU-M hangolóblokk a következő főbb szolgáltatásokat biztosítja (5. ábra):

5. ábra. A ZU-M hangolóblokk kijelzője (Fotó: Domán László)



2. ábra. A 19-1a 3Y (ZU) mechanikus (bal oldalon) és ZU-M elektronikus hangolóblokkok (jobb oldalon) oldalnézete (Fotó: Domán László)

3. ábra. A 19-1a 3Y (ZU) mechanikus (bal oldalon) és ZU-M elektronikus hangolóblokkok (jobb oldalon) (Fotó: Domán László)



- Az R-862/R-863 típusú VHF/UHF frekvenciasávú fedélzeti rádióállomások 25 kHz frekvenciahálóban történő hangolását;
- az előre lehangolt csatornák közül – kettő – tetszőlegesen kiválasztott csatorna egyszerű váltását (swap);
- a csatornák előre programozását (30 tárolt frekvencia);
- az aktuális frekvenciabeállítások (Co) automatikus mentését;
- a vörös fényű LED kijelzőn az érvényes frekvencia és a programszám, vagy a folyamatos (Co) üzemmód kijelzését;
- a kijelzők és a nyomógombok fényerejének szabályozását. [3]

Az AN-26 típusú repülőgép 8,33 kHz csatornakiosztású ZU-M hangolóblokkjának fejlesztése

A 2000-es évek elején a megváltozott katonai és ICAO (International Civil Aviation Organization – Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet) előírások, illetve követelmények miatt minden An-26 típusú szállító repülőgép fedélzetére az egyik BAKLÁN-20 típusú VHF egy hullámsávú fedélzeti rádióállomást, a korszerűbb VHF/UHF két hullámsávú R-863 típusú rádióállomásra cserélték, a már ismert ZU-M elektronikus hangolóblokkal együtt.

Az ukrán fél, szerződés keretében az An-26 típusú repülőgépek nagyjavítása során, a megváltozott ICAO-követelményeknek megfelelően néhány módosítást végzett a fedélzeti R-863 rádióállomáson, így az alkalmassá vált a 8,33/25 kHz frekvenciahálóban történő üzemelésre. A módosított rádióállomás új típusjelzése: R-863M.

A módosítás során azonban kicserélték a ZU-M blokkot tartalmazó 10 jelölésű kezelőegységet (ПУ) a korábban már említett 7a,6 jelölésű, általuk módosított (6. ábra) – csak folyamatos hangolást biztosító – kezelőpult (HY³), amely lehetővé tette a 8,33 kHz frekvencia kiosztás szerinti hangolást az egész frekvenciatartományban.

6. ábra. A 7a,6 kezelőegység a hangolóegységgel
(Fotó: Domán László)



Az üzemeltetés során problémák jelentkeztek a 7a,6 jelölésű kezelőegység használatával kapcsolatban, amely repülésbiztonsági kockázatot is jelentett.

A felmerült problémák megszüntetésére tett javaslatok alapján visszaépítették a régi 10 kezelőpult ZU-M párost. A 8,33/25 kHz frekvenciaháló biztosítása érdekében – újabb fejlesztéssel – módosítani kellett a ZU-M programját (firmware), amely a számítógép utasításkészletét meghatározó és megvalósító mikrokódot tartalmazta, illetve – egyéb műszaki okok miatt – a frekvenciaszintézer panelt is. Ez a párosítás így megfelelőnek bizonyult az AN-26 szállító repülőgépek R-863M fedélzeti rádióállomásainak üzemeltetésekor. [2]

A nagyjavított Mi-24P/V típusú helikopterek ZU-M1R hangolóblokkjainak fejlesztése

A helikopterekbe 2 készlet korszerűsített, megjelenésében is eltérő kialakítású R-863M1 típusú VHF/UHF két hullámsávú rádióállomást építettek be. Az új rádióállomás az ICAO előírásának megfelelően 8,33/25 kHz frekvenciaháló szerinti verbális kommunikációt biztosít. [6] A nagyjavított helikoptereknek csak előzetes frekvenciabeállításra volt lehetőség a 10dM kezelőpult 19-1a ZU-blokkjának segítségével, mechanikusan, hangolótáblázat használatával. A nagyjavítás során a helikoptervezető kabinját NVG⁴-kompatibilissé tették, így a megoldandó feladatok a kijelzők, és az előlap cseréjével bővültek.

Az MH Légijármű Javitóüzem kapta feladatát, hogy fejlessze ki és készítse el az előzőekben említett hiányosságokat kiküszöbölő berendezést.

A fejlesztés során a korábbi ZU-M elektronikus hangolóblokk programját – firmware – át kellett írni. Az új program az ICAO 10. függelék II. kötet, 5. fejezetében található összeköttetési eljárásokra vonatkozó követelmények szerinti (FL195) kijelzést biztosít. [4] Az 1. táblázat egy példán keresztül (129,000–129,025 MHz között) mutatja be, az aktuális csatornatávolság mellett a valós, illetve az „adás” során elhangzó – kijelzett (beállítandó) – frekvenciákat, amelyeket az összeköttetési eljárásokban alkalmaznak.

1. táblázat. Frekvenciák kijelzése (beállítása) és a valós érték
(A szerző szerkesztése)

Kijelzett (beállítandó) frekvencia (csatornatávolság, frekvenciakiosztás)	Valós frekvencia (csatornatávolság, frekvenciakiosztás)
129,000 (25 kHz)	129,0000 (25 kHz)
129,005 (8,33 kHz)	129,0000 (8,33 kHz)
129,010 (8,33 kHz)	129,0083 (8,33 kHz)
129,015 (8,33 kHz)	129,0166 (8,33 kHz)
129,025 (25 kHz)	129,0250 (25 kHz)
129,030 (8,33 kHz)	129,0250 (8,33 kHz)

Látható, hogy az egyszerűbb és egyértelműbb kommunikáció érdekében, a 8,33 kHz-es csatornatávolság esetén a tört értékek nem kerülnek kijelzésre, illetve az utolsó számjegyek 5-re, vagy 0-ra végződnek.

Emellett a fedélzeti éjjellátó képalkotó rendszerrel történő együttműködés érdekében, megfelelő a MIL-STD-3009



7. ábra. A ZU-M1r (ZU-M-z) hangolóblokk
(Fotó: Domán László)

Lighting, Aircraft, Night Vision Imaging System (NVIS⁵) Compatible követelményeinek, a korábban használt vörös színű LED-kijelzőt zöld színűre cserélték (7. ábra). [1]

A Mi-17N TÍPUSÚ HELIKOPTEREK ZU-M-Z HANGOLÓBLOKKJAINAK FEJLESZTÉSE

A Mi-24 típusú helikopter kedvező üzemeltetési tapasztalataiból kiindulva, igényként fogalmazódott meg, hogy a

repülésbiztonsági és a harcászati képességek növelése érdekében a Magyar Honvédség Mi-17N⁶ típusú helikoptereinek fedélzetén is alakítsák át a régi vörös színű ZU-M blokkot. A helikopterek többi fedélzeti berendezését már évekkorábban NVG-kompatibilissá tették.

Az átalakítás során az eszköz programját frissítették és a kijelzőket a Mi-24 típusú helikoptereknél már alkalmazott, zöld színű változatra cserélték (7. ábra), így kialakítva az eszköz legújabb típusverzióját, amely jelen tanulmány szerzőjétől a ZU-M-z megnevezést kapta. A ZU-M1r és ZU-M-z külső megjelölésében nem különbözik egymástól, a szoftveres eltérések miatt azonban nem alkalmazhatók csak az adott típusú helikoptereknél (Mi-24, illetve Mi-17).

ÖSSZEZÉS

A Magyar Honvédség Légijármű Javítóüzem által 20 évvel ezelőtt kifejlesztett, és azóta számos alkalommal továbbfejlesztett ZU-M hangolóblokkot jelenleg is alkalmazzák, a berendezés a gyakorlatban jól bevált.

A szakemberek figyelemmel követik az eszközök állapotát, mivel a rendszeres használat, a különböző körülmények közötti repülésekből származó tapasztalatok és az esetleges jogszabályi változások miatt, a hangolóblokk módosítására a későbbiekben is szükség lehet.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Domán László. „A nagyjavított Mi-24 típusú helikopterek kommunikációs eszközeinél történt fejlesztés megvalósítása” *Katonai Logisztika* 28. évf., 3–4 szám. (2020): 19 o.;
- [2] Gyenes Gábor. „Évezred eleji fejlesztések a MH Légijármű Javítóüzemben.” *Repüléstudományi Közlemények*, Különszám 2004. 10. o.;
- [3] Juhász Márta, Bindis Bea Brigitta. „Kommunikáció és adatátvitel a magyar légtérben.” *Repüléstudományi Közlemények* 2011/3, 12. o.;
- [4] Nemzeti Közlekedési Hatóság Légügyi Hivatal. „Tájékoztató a 8,33 kHz csatorna-kiosztású rádiókészülékek alkalmazásának kötelező bevezetéséről”, 2015. (Letöltve: 2020.2.20.);
- [5] Oleg Tulin. „КОМАНДНАЯ РАДИОСТАНЦИЯ Р-863.” (Letöltve 2020.2.24.); <http://oleg-tulin.narod.ru/index/0-7>;
- [6] Радиостанция Р-863М1. Руководство по технической эксплуатации. Регламент технического обслуживания.

JEGYZETEK

- 1 ЗУ – запоминающее устройство – hangoló-/tárolóegység
- 2 ПУ – пульт управления – kezelőegység.
- 3 НУ – наборное устройство – hangolóegység.
- 4 NVG – Night Vision Goggle – éjjellátó képalkotó eszköz.
- 5 NVIS – Night Vision Imaging Systems – éjjellátó képalkotó rendszerek.
- 6 Mi-17N – az éjjellátó képalkotó rendszerekkel együttműködni képes magyar Mi-17 típusú szállítóhelikopterek típusjelzése.

1. ábra. Kerékpáros járőrverseny, Görz, 1913 (Forrás: HIM/107 489)



Sőregi Zoltán*

Kerékpáros csapatok az Osztrák–Magyar Monarchia közös alakulatainak kötelékében I. rész

Az 1912-ben elfogadott véderőtörvény szerint az Osztrák–Magyar Monarchia szárazföldi hadereje két fő vonalra oszlott. Gerincét a császári és királyi (közös) hadsereg alkotta, amely a birodalom teljes területéről egészült ki, vezényleti és szolgálati nyelve német volt. Békeidőben keretrendszerben létezett, mozgósítás és feltöltés után azonnal bevetették, benne minden fegyver- és csapatnem képviselve volt. A magyar (illetve horvát) vezényleti és szolgálati nyelvű Magyar Királyi Honvédség, valamint az annak ellensúlyaként a birodalom Lajtnán túli feléből kiegészült, németül vezényelt császári–királyi Landwehr alkották hivatalosan a haderő második vonalát. 1914-re a két honvédség bekerült a haderő első vonalába, ezt követően a fegyveres erő második vonalát 1914-ben – a haderő mobilizálásakor – létrejövő magyar királyi népfelkelés, illetve a birodalom osztrák felében a császári–királyi Landsturm alkotta, amely a haderő első vonalának támogatására szolgált.

Nem véletlen, hogy az európai nagyhatalmak közül Ausztria–Magyarország hadereje rendelkezett a legkevesebb harci tapasztalattal a világháború kitörésekor. A biro-

dalomnak, gyarmatok híján nem kellett másik kontinensen csapatokat állomásoztatnia. 1867 és 1914 között a haderő csupán néhány rövid hadjáratban vett részt. A birodalom katonái részt vettek ugyan néhány nagyobb nemzetközi békefenntartó akcióban, illetve megfigyelőkkel képviselték magukat az orosz–japán és a két Balkán-háborúban, azonban az általuk gyűjtött tapasztalatokat és a megfogalmazott tanulságokat az osztrák–magyar hadvezetés a haderő fejlesztése során alig, vagy egyáltalán nem vette figyelembe. A haditechnikai újításokat, új fegyvereket, felszereléseket egyáltalán nem, vagy csak késve vették be. [1]

A Monarchia a nagyhatalmak közül abszolút értékben a legkevesebbet költötte védelmi kiadásokra, amelynek aránya 1870-től 1910-ig 24,1-ről 15,7%-ra esett vissza az éves állami költségvetésen belül. Ausztria–Magyarország 1914-ben egy lakosra számítva 15,5 koronát, Németország 38,5 koronát, Olaszország 21,5 koronát költött hadi kiadásokra. Magyarországon a hadi kiadások a GDP-hez viszonyítva 1913-ban 4,7%-ot tettek ki. Az egy lakosra számított

ÖSSZEFOGLALÁS: Az Osztrák–Magyar Monarchia haderejében a kerékpáros csapatok 1882-től voltak jelen, fokozatosan érve el a kötelékben történő alkalmazhatóság szintjét. Századszinten 1911-ben szervezték meg őket a vadászszázadok kötelékében azzal a tervvel, hogy az egységeket a gyors előrenyomulás során vetik be. A tervek szerint célirányosan alkalmazott kerékpáros századok bevetését a háború alakulásához kellett szabni, így ezek a csapatok a rendkívül nehéz terepviszonyokkal rendelkező olasz harctéren harcolták végig a világháborút.

KULCSSZAVAK: osztrák–magyar haderő, kerékpár, kerékpáros század, olasz arcvonat, első világháború

ABSTRACT: Cycling troops have been present in the forces of the Austro-Hungarian Monarchy since 1882, gradually reaching the level of applicability in the formation. At the turn of the century, they were organized in 1911 as part of the Hunter Battalions, with the plan to use them for rapid advance. The deployment of targeted cycling squadrons was planned to be tailored to the evolution of the war: the Italian battlefield, which had extremely difficult terrain, was fought throughout the World War.

KEY WORDS: Austro-Hungarian army, bicycle, cycling company, Italian front line, World War I.

* Szakíró. ORCID: 0000-0003-0222-3470

katonai kiadások a korabeli európai országok közül itt voltak a legkisebbek. [1]

A fenti tények ismeretében logikus, hogy a kerékpárok, illetve a kerékpárosok katonai célra történő alkalmazásának kidolgozása is bizonyos fáziskéséssel történt meg. Annak ellenére, hogy a közös haderő több szempontból is előnyt élvezett a honvédség, illetve a Landwehr alakulataival szemben – összevetve a világháború későbbi résztvevőinek adottságaival, képességeivel – még ez sem bizonyult elegendőnek ahhoz, hogy arányaiban hasonló létszámú kerékpáros csapatot építsenek be a haderőbe. Tanulmányunk tárgyát, a kerékpáros csapatok alkalmazásának kezdeteit figyelembe véve az alábbiakat állapíthatjuk meg:

- Nagy-Britannia 1885-ben alkalmazott első ízben kerékpárosokat katonai célra, 1913-ra már 13 területi zászlóaljat, valamint az önkéntes zászlóaljok egyes századait szerelték fel kerékpárokkal.
- Franciaországban 1886-tól kezdtek kerékpárokat alkalmazni. 1914-ben 32 kerékpáros századot küldtek a harctérre, emellett a hadsereg-parancsnokságok közvetlen alárendeltségében is szerepeltek kerékpáros századok.
- Olaszországban 1870-ben kezdték el a kerékpárosokkal folytatott kísérleteket. 1911-ben már minden bersaglieri (nagy mozgékonyaságú gyalogsági elitcsapat) ezredhez szerveztek egy-egy kerékpáros zászlóaljat, így 1914-re nyolc kerékpáros zászlóalj tevékenykedett az olasz hadseregben.
- Németországban először 1892-ben osztottak be kerékpárosokat a hadseregbe. 1913-ban a porosz vadászzászlóaljaknál egyszerre 18 kerékpáros századot állítottak fel. Ezekkel a századokkal indult a német hadsereg a világháborúba.
- Svájc 1890-ben osztott be magasabb parancsnokságokba szervezetszerűleg jelentő kerékpárosokat. 1914-ben több mint 14 kerékpáros századot találunk a kis létszámú hadseregben. [2; 34. o.]

Az osztrák-magyar haderőben a kerékpár alkalmazásával folytatott kísérletekre 1882-ből állnak rendelkezésre adatok. A Bécsújhelyen működő cs. és kir. katonai vívó- és tornatanár tanfolyam keretei között működött egy kurzus. A hallgatók az első katonai jellegű menetet 1883-ban hajtották végre, a 250 kilométert 20 kilogrammos felszereléssel, négy nap alatt tették meg. A következő években különféle kerékpártípusokat próbáltak ki. Különösen figyelemre méltó lehet az első valóban hosszú távú gyakorlat, amelyet 1890-ben, 22 tiszt részvételével rendeztek meg Bécs és Trieszt között. A 12 napos gyakorlaton napi átlagban 100 kilométer teljesítettek, velocipéd jellegű (eltérő kerékméretű) járművekkel. Az ősszel, az ausztriai Judenburg és Knittelfeld környékén megrendezett hadgyakorlaton a 11. gyalogdandár már három tartalékos tisztet alkalmazott jelentő- és küldöncszolgálatra, első ízben a közös haderő történetében. Az említett kísérlet eredményeként egy-egy tanfolyamot szerveztek még 1890-ban Przemyślban és Grazban. Franz Smuthny hadnagy¹, a grazi képzés vezetője tanfolyamával már a következő esztendőben elismert eredményeket ért el, kerékpárosait harcászati feladatok megoldására alkalmazva. Ennek ellenére az osztrák-magyar hadseregben az első három kerékpáros század csak az 1909. őszi hadgyakorlatokon tűnt fel először. Ezek a századok azonban még nem képezték a hadsereg szervezetszerű részét, a hadtestek csak a nagy gyakorlatok tartamára állították fel őket önállóan.

A századok szervezetszerűvé tétele 1911-ben történt, amikor október 1-től a 11., 20., 21. és 29. cs. és kir. tábori vadászzászlóaljak 1. (más adat szerint 4.) századait kerékpáros századokká szervezték át. Mindegyiknek állomáshelye



2. ábra. Kerékpáros járőrverseny, Laibach, 1914
(Forrás: HIM/107 475)

az olasz arcvonal irányában helyezkedett el, a zágrábi XIII. hadtest területén. Ezek a zászlóaljak a háború kitöréséig Gradisca, Cormons, Rovigno és Monfalcone² településeken állomásoztak, pótszázadaik pedig Győrben, Triesztben, Budapesten és Losoncon települtek. A megalakult kerékpáros századok békében három kerékpáros és (1912-től) egy géppuskás szakaszból (két géppuskával) álltak. Békeállományuk a vadászszázad békeállományánál nagyobb volt. A legénység soraiba lehetőség szerint olyan embereket osztottak be, akik a kerékpározást már a polgári életben is gyakorolták, vagy legalább erre alkalmasak voltak. Mozdósításkor, a hadiállományra emelés mellett a századok kiváltak eredeti zászlóaljuk kötelékéből, és hadrendi számukat megtartva, egy kerékpáros zászlóaljba szerveződtek. Az egyes századokat a mozdósítás alkalmával ellátták két-két teherautóval és motorkerékpárral, illetve sebesültszállító kerékpárral. Minden század rendelkezett utászszerszámmal, távbeszélő, valamint távjelző készülékkel. A kerékpáron esetleg előforduló nagyobb javításokat egy mechanikus végezte, aki a szükséges szerszámokat kerékpárján szállította. Első szervezett alkalmazásukra az 1912. évi hadtestgyakorlaton került sor. A gyakorlat eredményeinek kiértékelése során szerzett tapasztalatok alapján a katonai felső vezetés elrendelte, hogy a kerékpáros századokat a későbbiekben zászlóaljjá egyesítsék. A századok egy-egy árkász szakaszt is kaptak, amelyeket 60 kg robbanószerrel szerelték fel, valamint elrendelték, hogy a századok az olasz folyók hídjain alkalmazott főtartók robbantását gyakorolják. [3; 75. o.] Az 1913-as királygyakorlatokkal³ összhangban, a XIII. hadtest 1913.04.16-án harcászati gyakorlatot rendelt el, amelyen a kerékpáros vadászszázadok már zászlóaljjá összevonva szerepeltek a világháború későbbi véres harcainak színhelyén, az Isonzó⁴ folyó

3. ábra. Országúti szakasz az Isonzó bal bartján rendezett görzi kerékpáros járőrversenyen, 1913-ban
(Forrás: HIM/107 478)





4. ábra. Járőrverseny egy vadászászlóalj kötelékébe osztott kerékpáros alakulat számára (Forrás: HIM/107 484)

völgyében. [3; 79. o.] 1914-ben a zászlóaljparancsnoknak kiszemelt legidősebb századparancsnok⁵ részt vett a magasabb lovassági parancsnokok harcászati lovaglásán. Ez a tény egyrészt nyílt fokmérője volt annak, hogy a hadsereg vezetői milyen fontosságot tulajdonítottak a kerékpáros századoknak, másrészt megmutatta azt, hogy a vezetés e századok milyen irányú alkalmazásával számolt. [2; 33. o.]

KERÉKPÁRTÍPUSOK ÉS A FELSZERELÉS

Az első, típus szerint is ismert járműről 1893-ból áll rendelkezésre adat, amikor egy kerékpárosított hírvivő tiszt Benedict Albl gyárából származó, Triumph abroncsokkal szerelt „Meteor” kerékpárt használt [6]. Az ezt követő évek-ből Puch, Dürkopp, Gebr. Reichenstein, Humber, valamint Winkelhofer & Jänicke gyártmányú gépekről találhatunk adatokat a korabeli jelentésekben. Az első, kifejezetten katonai célra rendszeresített jármű a felső-ausztriai Steyr városában található Österreichische Waffenfabriks-Gesellschaft⁶ (ÖWG) által gyártott Styria Militärrad Mod. 1894 volt, amelyet a tapasztalatok alapján továbbfejlesztettek. Előbb a mintegy két évig használt Mod. 1896, majd az első összecsukható („Klapprad”) kerékpárként ismert Mod. 1897 következett a sorban. Ezekon kívül a bécsi Hadügyminisztérium számos kisebb gyártótól (Puch, Drais, Valvidena, Rationell, Noricum, illetve a magyar Adria) rendelt járműveket, de ezek nem tudtak számottevő áttörést elérni, a hadsereg kerékpárszükségletének nagy részét továbbra is a jó kormányzati kapcsolatokkal rendelkező ÖWG szállíthatta. 1906-ban végül az olasz Rossi-Melli céget kérték fel, hogy tervezzen mintapéldányt az osztrák-magyar hadsereg számára az összehajtható kerékpárból. A kétféle mintapéldányt az ÖWG és a grazi „Styria” Fahrradwerke (Joh. Puch & Comp.) számára küldték tovább, amely cégek további tesztelésnek vetették alá a járműveket, majd a tapasztalatok alapján módosították is azokat. Végül ismét az ÖWG gyártmánya bizonyult sikeresnek, a minisztérium megrendelte a Steyr Waffenrad M10 néven rendszeresített járművet, amelyet 1916-ig gyártottak. A századoknál az említett sebesült szállító kerékpárok ugyanakkor merev (nem összecsukható) kivitelűek voltak, olyan módon szerkesztve és felszerelve, hogy kétkerekű hordággá bonthatók ki, amelyeket taliga módra toltak, vagy egy kerékpárral vontattak. Fegyverzetüket tekintve a legénység többségét 8 mm-es 1895 M ismétlő kurtály⁷ szuronnyal látták el, a géppuskát kezelő osztag legénysége ismétlő pisztollyal és szuronnyal rendelkezett.

Az egyenruházat eredetileg megegyezett a vadászászlóaljak egyenruhájával⁸, amelyet – feltehetően célszerűségi okok-

ból – a tüzérségi térdnadrág váltott fel. Zubzonyuk hajtókája, illetve gombjuk megmaradt az eredeti színben (zöld, sárga). [4; 295. o.] A kerékpáros századok röviddel felállításukat követően, 1911 telén köpeny helyett – amely a felmálházott kerékpárost haladásában akadályozta – bekecset kaptak, amelynek szabása és színe megegyezett a lovassági géppuskás osztagéval. A kerékpáros osztagoknak kipróbálásra kiadott kabátokat részben fehér bárányprémmel és részben kivehető gyapjú és kalikóbéléssel⁹ látták el. A nyári időszakban a zubzony helyett kötött inget (sweater) is használtak, illetve kísérleti jelleggel egy megfelelőbb alakú, barna bőrből készült tölténytáskát is kipróbáltak. [5] A katona felszerelése tölténybőrönd, sátorlap, kenyértarisznya és evőcsésze volt, a hátibőröndöt a málhavadonra¹⁰ rakták.

(Folytatjuk)

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Balla Tibor, „Az Osztrák-Magyar Monarchia hadereje a Nagy Háború előestéjén” *A Nagy Háború írásban és képen*, 2015.4.29. https://nagyhaboru.blog.hu/2015/04/29/az_osztrak-magyar_monarchia_hadereje_a_nagy_haboru_eloestejen. (Letöltve: 2020.6.15.);
- [2] Kemechey Jenő, „A kerékpáros szervezés múltja és jelene” *Magyar Katonai Szemle* 5. évf., 2. (1935);
- [3] Kiss Sándor, *Emlékeim Kiss János altábornagról*. Budapest: Zrínyi Katonai Kiadó, 1979.;
- [4] Guillaume Árpád őrnagy, „Szervezeti és egyéb újítások fegyveres erőnkben.” *Magyar Katonai Közlöny* 5. évf., 2. füzet (1912.);
- [5] Pesti Hírlap, 1913. november 08., 9. o.;
- [6] Wolfgang Wehap, „Das Fahrrad im Dienste des österreichischen Militärs” https://www.radlobby.at/sites/default/files/atoms/files/fr_im_dienste_des_oe_militaers.pdf (Letöltés: 2021.9.6.).

JEGYZETEK

- 1 Franz Smutny (Sedletz, Kuttentberg, Csehország, 1867 – Salzburg, Ausztria, 1932.) osztrák hivatalnok, feltaláló, újságíró.
- 2 Gradisca d'Isonzo (I), Cormons (I), Rovinj (HR), Monfalcone (I).
- 3 Királygyakorlat (Kaisermanöver): az uralkodó, mint a legfőbb hadvezér személyes részvételével zajló nagyszabású hadgyakorlat. A Német Birodalomban és más európai országban is gyakoriak voltak a Kaisermanöverek. (A szerk.)
- 4 Az Isonzó folyó mai nevén Soča.
- 5 Valószínűleg Schönnerr Odillo századosról van szó.
- 6 Mai nevén Steyr Arms Inc.
- 7 A Monarchia haderejének alapfegyverét alkotó 1895 M fegyvercsalád tagja, amely nagy fokú hasonlóságot mutatott a karabéllyal. Rövid csöve mellett jellemzője, hogy – a lovassági kivitelől eltérően – szíjkenyelvei nem az agyazás oldalán vannak, hanem a fegyver alsó felén.
- 8 A gyalogság csapatnemeként az Osztrák Császárságban 1805-től kezdődően rendszeresített elit alakulat. Egyenruházatuk megkülönböztető része volt a legénységi nadrág oldalán lévő fűzőld színű csík, tisztek esetében fűzőld színű kettős oldalsáv (lampasz), az 1870-es évektől tábori sapkát viseltek.
- 9 Sikszövéses textilanyag, amelyet gyakran fehérítetlen, leginkább nem teljesen feldolgozott gyapotból készítenek. Mivel félkész terméknek számít, és nem festik, ezért nagyon olcsó anyag.
- 10 A vonat jelen esetben az oszlopokba foglalt személy- vagy anyagszállításra létrehozott katonai szervezet megnevezése. Ennek része volt a málhavadon azon anyagok szállítása céljából, amelyekre a csapatoknak csak a napi menetnél elérése után volt szükségük.



1. ábra. Német lőszeroszlop lovas katonái áthajtanak egy elgázosított területen az Aisne és a Marne folyók között (Forrás: HM HIM, ltszn.96.106)

Dauner Bernát*

A nagyhatalmak vegyiharcanyag-fejlesztései a két világháború között

A vegyi harcanyagok az I. világháborúban a harctereken hatalmas pusztítást okoztak a katonák között. Az első világháborús tapasztalatok valamennyi európai állam és az Amerikai Egyesült Államok haderejét arra ösztönözték, hogy a vegyi harcanyagok gyártását és hatékonyságát tovább fejlesszék. A két világháború között emiatt tovább folytatódott a vegyi anyagok gyártása és fejlesztése, amelyekről a katonai teoretikusok egy ideig úgy vélekedtek, hogy az elkövetkező háborúban bevetésük a győzelem eléréséhez elengedhetetlen lesz.

A vegyi harcanyagok egyik meghatározása szerint olyan anyagok, amelyek harci körülmények között az emberi szervezetben kis mennyiségben is képesek nagy elváltozást okozni, így rövidebb-hosszabb ideig tartó harcképtelenséggel, halállal vagy maradandó károsodással járhatnak.¹ [1, 636. o.] Egy vegyi anyag attól válik vegyi harcanyaggá, hogy olyan fizikai és kémiai tulajdonságokkal

rendelkezik, amelyek révén harctéri körülmények között eredményesen alkalmazható. [2; 7. o.] Ezek a harcanyagok akkor tekinthetők igazán hatékonyaknak, ha minél gyorsabban fejtenek ki hatást az emberi szervezetre. Ezt a gyorsaságot annak alapján mérik, hogy a halál milyen hamar következik be a harcanyaggal történő érintkezést követően. A másik fontos szempont, hogy a harcanyag meddig képes hatásos állapotban megmaradni az adott területen. Értelemszerűen minél később illan el az adott területről, annál hatékonyabb, mivel annyi ideig tudja szennyezni az adott területet. [3].

Az I. hágai békekonferencián Franciaország, Japán, Németország, Olaszország, az Osztrák–Magyar Monarchia és még 21 más állam írta alá a fajtó- és mérgezgázok alkalmazásának tiltásáról szóló egyezményt egy esetleges háború esetén olyan országok ellen, amelyek ratifikálták a hágai egyezményt. [4]

ÖSSZEFOGLALÁS: Az első világháborút követően, a gázháború tapasztalatai nyomán a nagyhatalmak igyekeztek fokozni a vegyi harcanyaggyártást. Ezek az államok olyan speciális létesítményeket építettek, ahol kipróbálták a vegyi harcanyagokat. Az ellenség vegyi harcanyagaitól való félelem miatt a haderőkben megindult a gázvédelem kiépítése. A nagyhatalmak a haderők irányításával kutatócsoportokat hoztak létre, amelyek feladata új harcászati ki-fejlesztése volt.

KULCSSZAVAK: vegyi harcanyagok, harcászati fejlesztése, gázháború, Lewisit, hólyaghúzó harcászati

ABSTRACT: After World War I through the experiences of the gas war the great powers tried to enhance the chemical warfare material produce. These states built facilities where they tried out the chemical warfare materials. By the fear of the enemies chemical warfare materials they started to build up the gas protection in the armies. The great powers established research groups with the leading of the armies. These research groups task were to develop new combat gases.

KEY WORDS: chemical warfare materials, warfare development, gas war, Lewisit, bladder warfare

* Történelem szakos hallgató. Károli Gáspár Református Egyetem Bölcsész- és Társadalomtudományi Kar Történettudományi Intézet.
ORCID: 0000-0002-3104-6285





2. ábra. Vegyi füstködfejlesztő gép működés közben a nyugati fronton (Forrás: HM HIM, ltszn.96.96)

A fent említett nemzetközi megállapodás ellenére, az első világháború során az első nagy és sikeres gáztámadásra 1915. április 22-án került sor, amikor az egyik hadviselő fél, Németország, a nyugati hadszíntéren Ypern mellett, egy frontszakasz elfoglalására hatalmas mennyiségben klórt [5] vetett be. [1; 635. o.] A támadás jelentős sikert eredményezett, mivel a frontszakaszt védő franciák egyáltalán nem voltak felkészülve ilyen típusú harci eseményre. A franciáknak, kanadaiaknak és az angoloknak összesen 15 000 katonája szenvedett gázszérülést, akik közül 5000 a klór okozta mérgezésbe bele is halt. [1; 645. o.] Ezt követően az első világháború lezárásáig a vegyi fegyverek egyre nagyobb szerepet kaptak a harcok során.

A vegyi harcanyagok térnyerésében nagymértékben szerepet játszottak bizonyos hatásaik. A légnemű harceszközök az állásokban lévő zárt helyiségekbe is képesek voltak behatolni, ezáltal megbénították az ellenséges védelmi vonalat [5; 270. o.]. A harcgázok – párolgásgyorsaságuk alapján csoportosítva – maradó vagy illanó harcgázok voltak. A maradó harcgázok a lassú párolgási időtartam miatt a harcterről több nap alatt tűntek el, mélyen beivódtak a résekbe, így sokáig tudták szennyezni a terepet. A cserjéken és a fákön is hosszabb ideig maradtak meg hatásos

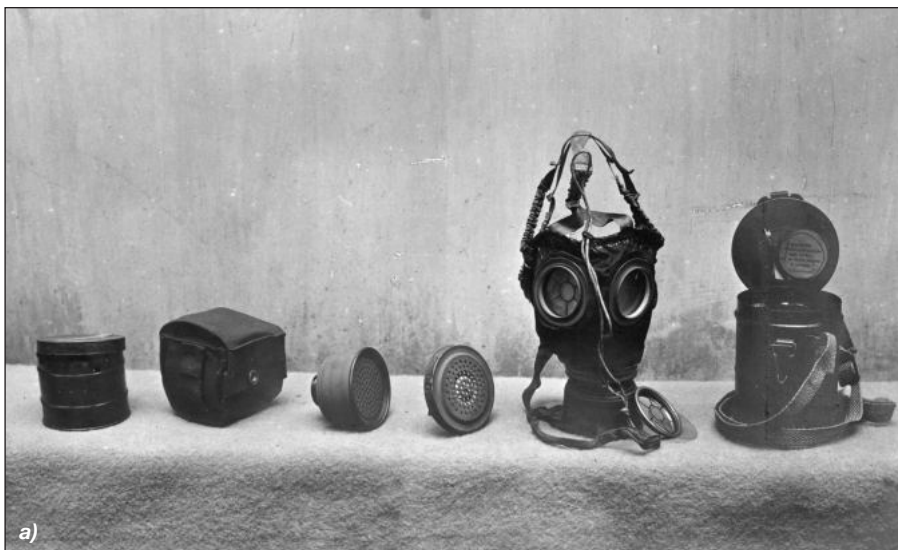
állapotban. [6; 271. o.] Az illanó harcgázok azonban gyorsabban elpárologtak, mint a maradó harcgázok, ezért a mélyebb tereprészeket keresték (medrek, kráterek), ahol tovább tudtak megmaradni hatásos állapotban. Ennek ellenére komoly veszélyt jelenthettek az ellenségre, ha a mérgező harcanyag gyorsan hatott. Ez arra készítette a támadó és a védő feleket, hogy minél gyorsabban hagyják el az alacsonyabban fekvő, illetve zárt tereket, amelyek korábban számukra fedezékül szolgáltak, még akkor is, ha azt követően ki voltak téve az ellenség tüzének.

Valamennyi hadviselő fél a vegyi fegyverek hatékonyságának fokozása érdekében újabbak kifejlesztésére törekedett, így a háború során új típusú anyagok (például a mustárgáz) jelentek meg. A vegyi anyagokat a bevetett harcgáz(ok) mielőbbi felismerése, az azok elleni hatékony védelem megszervezése, és a mérgezetek gyors ellátása érdekében csoportosították.

Az első világháborút követően többfajta csoportosítás létezett. A legelterjedtebb szerint négy csoportra osztották a harcgázokat: ingerlők, fojtók, hólyaghúzó és vérmérgek. Mivel az előbb említett csoportokba sorolt anyagok által okozott tünetek sok esetben azonosak is lehettek, ezért a csoportosításnál a legjellemzőbb kóros tüneteket vették figyelembe. Fontos leszögezni, hogy a vegyi harcanyagok kategorizálásától függetlenül lehetnek gáz, gőz, füst, aeroszol és kristályos halmazállapotúak. [2; 7. o.]

Egyes ingerlő harcanyagok harctéri körülmények között az emberi szervezetben nem tudtak kóros elváltozást okozni. Az ingerlő harcanyagok közös jellemzője, hogy nagyon kis koncentrációban is hatnak, és a nyálkahártyát ingerelték gázszérülés esetén. Ha az ellenség kis koncentrációban alkalmazta az ingerlőket, akkor a mérgezést elszívódóknak megmaradt az esélyük az életben maradásra, mivel a harcgázzal szennyezett terület elhagyását követően a tünetek komolyabb egészségügyi beavatkozás nélkül elmúltak. [2; 9. o.] Nagy töménységű koncentrátum esetén, az ingerlők egyik alcsoportjába sorolt harcgázok okozta tünetek azonban már nagyon súlyosak is lehettek. Ezeket tüsszentőknek vagy arzéntartalmúaknak is nevezték, mivel az orr, a garat és a gégefő nyálkahártyáját irritálták. Ez kaparó-égető érzésként jelentkezett, amely orrfolyással és nagyon heves tüsszögéssel párosult (innen ered a tüsszentők elnevezés). Az arzéntartalmú gázoktól elszen-

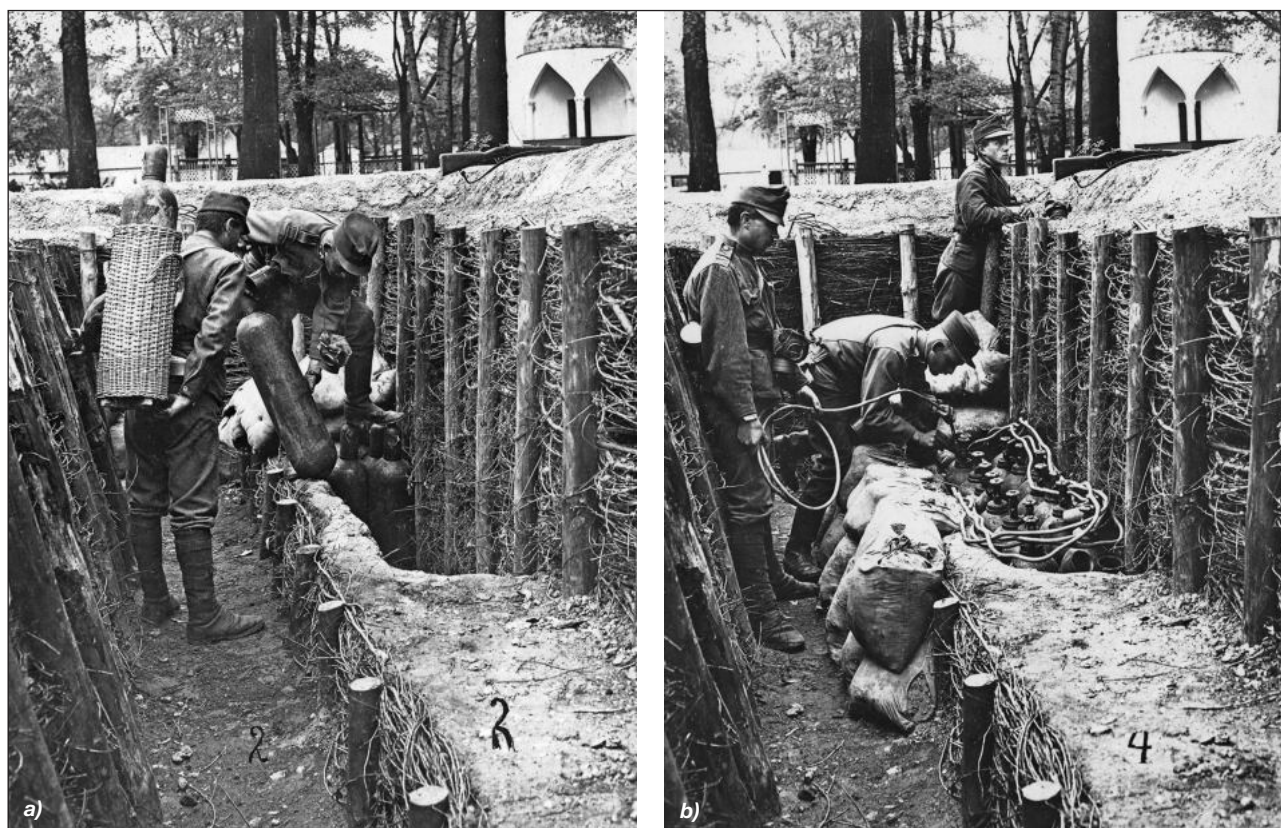
3. ábra. Az I. világháborúban használt bőr gázálc és tartozékai a), gázpalack szállítókosárban b) (Forrás: HM HIM, 85512_2; 85512_8)



a)



b)



4. ábra. Gázfúvó állás az I. világháborúban (Forrás: HM HIM, 85512_5; 85512_6)

vedett mérgezés akár arcüreg- és tüdőgyulladás is vezethetett, azonban ezek nem voltak tipikus tünetek. Az előbb említett általános tünetek mellett, ha az arzéntartalmú harcászok folyékony állapotban a bőrre kerültek, akkor az akár fel is hólyagosodhatott. [2; 10. o.] A tüsszentők csoportjába a klark I., klark II. és az adamsit tartozott. [2; 9. o.]

A klark I-et a németek fejlesztették ki 1917-ben. [1; 645. o.] Különlegessége abban rejlett, hogy az akkori gázálcok nem nyújtottak megfelelő védelmet ez ellen az anyag ellen. Ennek következtében a katonának sokszor le kellett venni a gázálcot, mivel a mérgezés okozta tünetek a gázálc viselése miatt kibíratatlanná váltak. Ezzel párhuzamosan fojtógázt is bevetettek, amivel az ellenségnek hatalmas veszteségeket okoztak, hiszen sokan már a gázálc levételére kényszerültek. [7]

Az adamzit-ot először a németek szintetizálták, de az Egyesült Államok alkalmazta elsőként az első világháború végén. Ez az anyag sárga színű köd vagy füst formájában jelent meg a harctéren. A mérgezeteknél elsősorban fejfájás, hasmenés volt tapasztalható, a tipikus tüsszentés mellett [8].

Az ingerlők másik csoportjába a könnyeztetőket, más néven arzénmentes harcászokat sorolták. Ebbe a csoportba a brómaceton, brómbenzincianid, klóracetofenon tartozott, amelyek a szemet bántalmazták. Ez azt jelentette, hogy a szem nedves felületén megtapadtak, majd szemhéjgörcs mellett nagyon heves könnyezést okoztak. [2; 9. o.] Mivel a könnyfakasztó gázok nem okoztak maradandó károsodást, és a tünetek a gázzal szennyezett terület elhagyása után rövidesen elmúltak, ezért hazánkban a Magyar Királyi Honvédség a brómacetont például kiképzési célokra használta. A gázvédelmi kiképzések során ennek a harci gáznak a segítségével állapították meg, hogy a katonák gázálcra, a felvételt követően légmentesen záródik-e.

Ilyenkor a honvédeknek, a gázálc felvételét követően egy zárt térbe kellett bemenniük, amit brómacetonnal elgázostottak. Ha valakin megjelentek a tünetek, számára másik méretű gázálcot utaltak ki [9].

A fojtó harcászok csoportjába tartozó anyagok a tüdőt támadták meg. A jellemző tünetek a köhögés és a könnyezés voltak, de ezek nem jelentkeztek olyan hevesen, mint az ingerlők. A mérgezési tünetek megjelenése jelentősen függött az alkalmazott harcász koncentrációjától, de általában 1–5 óra alatt észlelhetővé váltak. A fojtó harcászok csoportjába a foszgén, a difoszgén és a klór tartozott. [2; 12. o.]

A zöldessárga színű klór által okozott köhögés abból eredt, hogy ha kis koncentrációban alkalmazták, akkor ingerelte a légutakat. Nagy koncentráció esetén felmarta a légzőszerveket, aminek következtében vérzés alakult ki. A mérgezett személy nem tudott levegőt venni és megfulladt. [2; 12. o.] A Nagy Háborúban az első komolyabb gáztámadásnál ezt az anyagot vetették be. [10; 15. o.]

A foszgén szaga leginkább korhadó falevére emlékeztet. A kis töménységű keverék könnyezést idézett elő, míg a nagy koncentrációtól elszennvedett mérgezés könnyezéssel, köhögéssel és hányással járt. Az utóbbi esetében az illető nagy valószínűséggel 24 órán belül meghalt. [2; 13. o.]

A hólyaghúzó vegyi harcanyagok az első világháború második felében jelentek meg. Ezek különlegessége abban rejlett, hogy míg a fejlettebb gázálcok és az azokhoz tartozó korszerű szűrők megfelelő védelmet nyújtottak a többi vegyi fegyver ellen, addig a hólyaghúzókkal szemben semmilyen gázálc nem nyújtott hatékony védelmet. A csepp és gőzalakban alkalmazott hólyaghúzó harcászok nemcsak a légutat és a szemet, hanem a bőrfelületet is megtámadták. A mérgezés és a tünetek megjelenése között néhány perc vagy akár 5–6 óra is eltelhetett. [2; 28. o.]





5. ábra. Mustárgáz áldozata [11]

A két világháború között a hólyaghúzó harcanyagok a mustárgáz és a lewisit voltak.

A mustár vegyi anyagot egy angol kémikus fejlesztette ki a XIX. században, és a XX. század folyamán német tudósok fejlesztették vegyi fegyverré. [10; 17. o.] Ez a vegyi harcanyag különösen veszélyesnek számított, mivel a bőrre kerülést követően nem lehetett semmi különösét tapasztalni: nem járt fájdalommal, nem váltott ki az illetőből hideg-meleg érzést, de ha bőrre kerülést követően nem távolították el 3 percen belül, akkor felszívódott és kifejtette a hatását. A mustárgáz előállításánál azonban szennyződött, aminek következtében jellegzetes torma, fokhagyma és hagyma szaga volt. [2; 28–29. o.] A mustárgáz a hadszíntéren először 1917-ben jelent meg, amikor azt a németek alkalmazták. [10; 17. o.]

A másik hólyaghúzó harcanyag a lewisit volt, amely a mustárgázzal ellentétben arzént is tartalmazott, ezért még annál is károsabb volt az emberi szervezetre. A lewisit a nevét feltalálójáról, az amerikai Winford Lee Lewis-ről [19] kapta, aki 1918-ban, a Chemical Warfare Service² keretein belül sikerrel fejlesztette ki ezt a harcanyagot. Az első világháborúban azonban alkalmazására már nem került sor, mert mire az első lewisit szállítmánnyal megrakott hajók befutottak volna a francia kikötőkbe, addigra a háború véget ért. [10; 17. o.]

A korszakban számon tartott utolsó csoport a mérgező harcanyagok, másnéven a vérmérgek voltak. Nevük onnan ered, hogy a tüdőn át bekerültek a véráramba, és ott fejtették ki hatásukat. [2; 45. o.] A ciánhidrogén és az arzénhidrogén tartoztak ebbe a csoportba.

A ciánhidrogént mandulaszagáról lehetett felismerni. Az első világháborúban azonban bebizonyosodott, hogy ez az anyag harctéri alkalmazásra nem megfelelő, mivel túl könnyen elillan. [2; 45. o.]

A másik vérmérge az arzénhidrogén, amely egy színtelen harcanyag. Meleg hatására fokhagymaszagot árasztott, görcsöt és bénulást idézett elő a mérgezeteknél. [2; 47–48. o.]

A Nagy Háborúban egyes adatok szerint [11] a hadviselő feleknek összesen 10 000 000 katonája halt meg a harcok következtében. Ebből a harcok során mintegy 90 000–100 000 veszítette életét harcgázmérgezés következtében, és több mint 1 000 000 sebesült meg a mérgező harcanyagoktól. [5] A háborút követően a katonai elemzők megkezdtek a mérgező harcanyagokkal kapcsolatban szerzett tapasztalatok kiértékelését. Ennek következtében 1920–1930 között úgy gondolták, hogy a következő háborúban a harcanyagok ismét nagy szerepet kaphatnak, ezért szorgalmazták azok hatékonyságának fokozását, valamint új harcászati elveket dolgoztak ki a vegyi harcanyagok alkalmazására. [12; 157. o.]

Ezzel párhuzamosan, a harci gázok okozta borzalmas haláltusák láttán a közvélemény elítélte azok használatát.



6. ábra. Winford Lee Lewis amerikai katonája és vegyész [19]



7. ábra. Német ordonánc gázálarcban, szolgálatteljesítés közben (Forrás: HM HIM, ltszn.96.93.)

Mivel a háború során a hadviselő felek megszegték a hágai egyezményt, valamint új típusú vegyi fegyvereket is bevetettek, a korabeli nemzetközi politika úgy döntött, hogy új egyezményt kell kötni, amelyben újraszabályozzák a harci gázok használatát.

A Nemzetek Szövetségének kezdeményezésére Genfben 1925. május 4. és június 17. között tartott konferencián részt vevő 44 állam küldöttsége döntött a vegyi fegyverek további alkalmazását illetően. [1; 648. o.] A konferencia célja azonban nemcsak a harci gázok használatának szabályozása volt, hanem korlátozni kívánták a fegyverek és lőszeres kereskedelmét is [4]. A mérgező harcanyagok használatáról végül külön dokumentum született, amelyet a konferencián részt vevő államok közül csak 38 államnak a követsége írt alá. [4] Az egyezményt az aláírók közül végül csak 28 állam ratifikálta. [1; 648. o.] A Genfi Protokoll néven ismertté vált egyezményt a korabeli nagyhatalmak közül Franciaország, Németország, Nagy-Britannia aláírta, és 1930-ig ratifikálta is. A második világháború kitöréséig a kisantant államai közül Románia és Csehszlovákia iktatta törvényébe a Genfi Protokollt. Hazánk azonban csak a második világháborút követően csatlakozott az egyezményhez. [13]

A Genfi Protokoll kimondta, hogy a civilizált világ elítéli a fojtó és mérgező, valamint a többi fajta harci gáz háborús alkalmazását. Az egyezmény ugyancsak betiltotta a harci gázokhoz hasonló folyadékok és anyagok háborúban történő bevetését. A szerződő felek kötelezték magukat, hogy a szerződéshez még nem csatlakozott államokat a Genfi Protokoll aláírására ösztönzik. [13]

Ezzel párhuzamosan, világszerte zajlottak a vegyiharcanyag-fejlesztések és a gázháborúra történő készülődés. Az USA és a Szovjetunió bizonyos adatokat nyilvánosságra hozott, ám más hatalmak (Nagy-Britannia, Franciaország, Japán) titkolóztak. [12; 158. o.] Az 1930-as évek elején – a korábbi két állásponttól függetlenül – egy német tudós, Dr. Rudolf Hanslian³ adatok tömegét gyűjtötte össze, és azokat nyilvánosságra is hozta. Ezeket az adatokat 1936-ban hazánkban a Magyar Katonai Szemle publikálta. [12]

Az Amerikai Egyesült Államok az első világháború utolsó évében hozta létre a Chemical Warfare Service hadikémiai kutatóintézetet [12; 158. o.], amelynek egyik feladata a tudósok vegyiharcanyag-kutatásainak összehangolása volt. A szervezetet végül a Department of War alárendeltségébe helyezték. A Vegyi Hadviselés Szolgálat (CWS – Chemical Warfare Service) keretein belül 1921-ben azzal a céllal ala-



8. ábra. Amerikai katonák az American University Experimental Station területén gáz- és aknavetőkkel [23]

pítették a Medical Division-t, hogy végezzen egészségügyi vizsgálatokat a harci gázok hatásaival kapcsolatban, és a vegyi sérültek számára fejlesszen ki hatékony kezeléseket. Az American University Experimental Station központja Wahington DC-ben működött, ahol állatokon, valamint katonákon végeztek mustárgáz- és lewisit kísérleteket. Ezenkívül Maryland-ben felépítettek az Edgewood Arsenal néven ismertté vált létesítményt, ahol nagy mennyiségben állítottak elő harcgázokat, egyéb vegyi harcanyagokat és vegyi harcanyaggal töltött lőszereteket, amelyekkel tesztek is végeztek. [10; 18. o.]

Abban az időben a Szovjetunió élen járt a gázháborúra történő felkészülésben. Még Szovjet-Oroszország idején a legfelsőbb haditanács elnöke, majd a hadügyi népbiztos, Trockij [14; 31–38. o.] vetette fel a gázharcra történő felkészülést. Miután a forradalmi haditanács osztotta nézeteit, megkezdődött a Vörös Hadsereg e téren történő fejlesztése, sőt, azt még Trockij száműzését követően is folytatták.

A szovjetek szintén rendelkeztek hadikémiai intézettel (Voenno chimicheskoye djelo), amelynek központja Moszkvában, a Lubjanka téren állt, ahonnan a haderő gázkészülődéseit, tehát a gázharcra és a gázvédelemre történő felkészülést irányították. Az 1925-ben megkezdett hadügyi reform során [14; 94–95. o.] a Vörös Hadseregben minden ezred kötelékébe gázzszakaszokat állítottak fel, valamint a haderő önálló gázalakulatokkal rendelkezett, amelyek egy-egy mérgező harcanyag alkalmazási (például: gázfűvés, gázvetők alkalmazása, terepfertőzés stb.) feladatkörre szakosodtak. [12; 163–164. o.]

Amerikai mintára az olaszok is felállították 1923. július 10-én a saját hadikémiai intézetüket a Servizio Chimico Militare-t. A vegyi harccal kapcsolatos kísérleti munkákat, szétesztették az egyetemek között. Az orvosi munkákat a firenzei egyetem kórtani intézete végezte. [12; 161–162. o.] A vegyiharcanyag-program azonban csak 1925-ben indult meg. Ennek során mustárgázt állítottak elő, amelyet nyílt terepen, Líbiában teszteltek. [10; 20. o.] Emellett – az amerikaiakhoz hasonlóan – embereken is végeztek mustárgáz kísérleteket az abesszinok elleni háborúra történő felkészülés során. [15; 534–535. o.] 1935-ben az olaszok megtámadták az etiópokat. Ezzel kitört a második olasz–etióp háború. A XIX. század végén Róma egyszer már megkísérelte elfoglalni a térséget, azonban ekkor csúfos kudarcot vallott. A második olasz–etióp háborúban az expedíciós erők mustárgázt vetettek be, és egyes feltételezések szerint lewisitet is. [5; 20. o.] Az etiópok védőfelszerelés hiányában könnyen áldozatul estek a gáztámadásnak.

A két világháború közötti időszakban Franciaország már 1922-ben megkezdte a felkészülést egy új gázháborúra ennek során még abban az évben – mint ahogyan a korábban említett országok is – Franciaország is felállította a hadikémiai kutatóintézetét, a Z-Service-t. A gázalakulatairól akkoriban a nyilvánosság mindössze annyit tudhatott, hogy a katonai parancsnokságokhoz gáztisztok, gázorvo-

9. ábra. Francia katonák gázálcban (Forrás: HM HIM, ltszn.103.31)



sok tartoztak, akik gázháború esetén rögtön az adott alakulat parancsnokának a segítségére siethettek. A tábori egészségügyi szolgálatok megszervezésekor felkészültek a gázsérültek ellátására: a kórházak rendelkeztek gázsérültek ellátásához szükséges anyagokkal, valamint az alakulatokhoz tartozó egészségügyi gépjárműszlopokat fertőtlenítő és fürdető gépkocsikkal szerelték fel. Tömeges fertőtlenítésre külön gépkocsizó gázfertőtlenítő alakulatokat állítottak fel. A franciák az ország több pontján Avignonban, St. Denis-ben, Melun-ben és Vincennes-ben gyártottak harci gázokat. A franciák hatalmas felkészültségét a vegyi harcászattal kapcsolatban az is bizonyítja, hogy bizonyos európai középhatalmaknak ők segítettek a vegyi harcászati intézmények kiépítésében. Lengyelországban ezen a területen a teljes infrastruktúra francia szakértők segítségével épült ki. Románia is hathatós segítséget kapott Franciaországtól. [12; 161–165. o.] Hogy miért fektettek ekkora hangsúlyt a franciák a vegyi háborúra történő felkészülésre? A választ az első világháború nyugati hadszínterén lezajlott események elemzésekor lehet megtalálni. A franciákat 1915-ben Ypern-nél felkészületlenül érte a németek által végrehajtott gáztámadás, majd ugyanez megismétlődött a németek által bevetett új harci gázok következtében is.

Nagy-Britannia a két világháború között – a franciákhoz és a japánokhoz hasonlóan – igyekezett titkolni a vegyi harcra történő előkészületeit. A korszakban Rudolf Hansliannak azonban sikerült fontos információkat megszereznie a logisztikai és kiképzési helyzetről. Az egész angol gázarzenált Portonban tárolták. Itt létesítettek vegyi-harcanyag-raktárt, gáziskolát, gyakorlóteret, valamint itt tartották a tisztek vegyivédelmi kiképzését. [12; 158. o.] Az angolok az 1930-as évek közepétől kezdve megkezdtek a civilek gázvédelmi kiképzését, valamint gázvédelmi eszközökkel ellátni. 1937 májusától kezdve például az angol posta 260 000 alkalmazottjának a falfieldi gázvédelmi iskola szakértői tartottak gázvédelmi tanfolyamokat. A távbeszélő központok kezelői pedig olyan gázálcokat kaptak, amelyek légzőkészülékein át lehetett telefonálni. [16]

Az első világháborúból vesztesként kikerülő Németország a versailles-i béke határozatai ellenére igyekezett lépést tartani a vegyi harcanyagok fejlesztése és tökéletesítése terén a többi nagyhatalommal. Ebben az időszakban egy új harcgáztypust is sikerült kifejleszteniük. A békeegyezmény korlátozásai miatt a németek vegyi-harcanyag-fejlesztéssel foglalkozó – az első világháború előtt megalapított Kaiser-Wilhelm Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie nevű intézet – „E” osztályát be kellett zárják. Ezt követően tudósokból kis csoportok alakultak, akik titokban igyekeztek tovább folytatni korábbi tevékenységüket. [17; 212. o.] Egyes német katonai létesítményekről bizonyos információkat egy magyar katonatiszt, Sodró László százados személyes dokumentációjából ismerünk. Őt 1930-ban Németországba vezényelték, hogy ott elvégezze a különböző vegyi harcászattal kapcsolatos tanfolyamokat. Feljegyzéseiből tudható, hogy akkoriban Berlinben működött egy gáziskola. Az akkoriban 100 000 fős Reichswehr minden alakulatából tiszteket vezényeltek ebbe a katonai objektumba. Az oktatási anyag az első világháborúban lezajlott gázháború kiértékelt tapasztalatait, valamint a háború után lezajlott kísérletek eredményeit tartalmazta. Hamburgban a német haderő vegyi-harcanyag-raktárt tartott fenn, ahol klark I., klark II. adamzit, foszgen és mustárgáz anyagokat tároltak. [18; 24–25. o.] A németek az előbb említett két létesítményen felül Raubkammerben egy vegyi harcanyagok fejlesztésével foglalkozó laborral rendelkeztek, amelyhez – a fejlesztések kipróbálására – egy gyakor-



10. ábra. Budapesti légoltalmi gyakorlat, gázmaszkos kalauz a 69-es villamoson, 1941. (Forrás: HM HIM)

lótér is tartozott. Berlin külvárosában, Spandauban egy gázvédelmi labor is rendelkezésükre állt. Itt állatokon végeztek kísérleteket, amelyeknek célja az volt, hogy hatékony kezelést fejlesszenek ki a harci gázok – elsősorban a mustárgáz – okozta bőrsérülések gyógyítása érdekében. [17; 213. o.]

A Hitler hatalomra jutását követő jelentős haderőfejlesztés a harci gázokat is érintette. Egy német tudós rovarölőszerekből fejlesztette ki a harci gázok egy új csoportját, az idegmérgeket. [10; 19. o.] A két világháború között négy harcgázcsoport létezett, ezekbe az idegmérgek nem tartoztak bele. Ez azzal magyarázható, hogy a németek az új fejlesztéseket igyekeztek titokban tartani, ezekről a második világháború során – feltehetően – még az oldalukon harcoló szövetségeseik hadvezetése sem tudott. Az 1943-ban, a Magyar Királyi Honvédség számára kiadott, „Utasítás a vegyi-harcanyagok okozta mérgezések, sérülések felismerésére és gyógykezelésére” című szabályzat például meg sem említette az idegmérgeket, mint harcgázcsoportot. [2] A háború előtt az idegmérgek csoportjába két harci gáz tartozott: a tabun és a szarin. Mindkét anyagot az IG Farben cégnél dolgozó kémikus, Gerhard Schrader fejlesztette ki 1936-ban, majd 1938-ban. A két kifejlesztett anyagról Richard Kuhn bizonyította be, hogy percekkel belül képesek halált okozni. [17; 214. o.]

A csendes-óceáni térségben Japán is igyekezett lépést tartani a világ többi részén történő eseményekkel. A távolkeleti ország azonban nem csak vegyi harcanyagokkal kísérletezett. Japán 1931-ben lerohanta Mandzsúriát, amelynek területén egy bábállamot hozott létre. [10; 20. o.] Ennek a bábállamnak a területén található Changchun városban, 1936-ban vették kezdetét a kutatások Wakamatsu Yujiró vezetésével. A kutatócsoport célja az volt, hogy olyan baktériumot fejlesszenek ki, amellyel megfertőzhető bizonyos állatok. A terv szerint a beteg állatokat az ellenséges csapatok közé hajtva, megfertőzik és ártalmatlanná teszik a katonákat. Ezt a módszert elsősorban szovjetek ellen kívánták alkalmazni.

Emellett 1937-től megindult a különböző mérgező harcanyagok tesztelése. Japán még abban az évben bevetette a vegyi harcanyagokat a kínai fronton. 1945-ig ezt több mint 2000 esetben alkalmazták. Az első eset 1937. július 18-án történt, amikor a japánok a Marco Polo hídnál vetették be a harci gázokat a kínai katonák ellen. [22] A háború során a gyakorlótereken embereken is hajtottak végre teszteket, amelyek alanyai a japán haderő által megszállt területen elfogott ellenállók voltak. [17; 220–221. o.]

ÖSSZEGZÉS

A nagyhatalmak a két világháború között, az első világháború tapasztalataiból kiindulva készültek egy újabb gázháborúra. Ez nemcsak a már bevetett harcanyagok továbbfejlesztését, hatékonyságnövelését jelentette, hanem újfajta alkalmazási módszereket (például a terep szennyezése) is kidolgoztak. Hiába születtek nemzetközi politikai megállapodások a harci gázok használatának bizonyos keretek közé szorításáról, az aláíró felek közül sokan nem ratifikálták a szerződést. Az 1930-as évek közepén ismét használtak mérgezőharcanyagot harctéri körülmények között, és az alkalmazó az az Olaszország volt, ahol egyébként ratifikálták a Genfi Protokollt. A legtöbb haderő a hólyaghúzó harcanyagokban látta a jövőt, amely már az első világháborúban eredményesebbnek bizonyult a többi vegyi harcanyaggal szemben. A hólyaghúzó elleni hatásos védőeszköz kifejlesztésére – a két világháború között – a legtöbb haderő valamilyen formában törekedett. Hazánkban például az említett harcanyagcsoport ellen fejlesztették ki a teljes testet befedő, 37M gázvédő ruhát. A gázháborúra történő készülődés másik mellékszála – ahogyan Nagy-Britannia esetében – a polgári gázvédelem kiépítése, amely különböző formákban az összes akkori államban megtörtént. A harcanyagok fejlesztése a második világháború kitörésével sem állt meg, sőt az összes hadviselő állam készült a vegyi háborúra, amely azonban mégsem következett be.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Romhányi Imre, „A vegyi harcanyagok és vegyi háború a történelemben.” *Hadtörténelmi Közlemények*, 11. (1964);
- [2] *Útasítás a vegyi harcanyagok okozta mérgezések, sérülések felismerésére és gyógykezelésére*, Budapest: Stádium Sajtóvállalat Részvénytársaság, 1943, 7. o.;
- [3] Szabó József (főszerk.), *Hadtudományi lexikon M–ZS*, Budapest: Magyar Hadtudományi Társaság, 1995.;
- [4] „Treaties, States Parties and Commentaries,” *ihldatabases*, <https://ihldatabases.icrc.org/applic/ihl/ihl.nsf/Article.xsp?action=openDocument&documentId=2531E92D282B5436C12563CD00516149> (Letöltve: 2021.3.24.);
- [5] Susan L. Smith, *Toxic Exposures*. New Brunswick: Rutgers University Press, 2017.;
- [6] *Alapképzés. Szabályzat a honvédség összes alakutai számára* 1. füzet. Budapest: Stádium Sajtóvállalat Rt., 1939.;
- [7] Pataki István, „Nyolcvan éve kezdődött.” Új Honvédségi Szemle 5, 5. sz. (1995): 113. p.;
- [8] „Adamsite.” *Encyclopaedia Britannica* <https://www.britannica.com/technology/adamsite> (Letöltve: 2021.3.28.);
- [9] Zachár Sándor, *Katonai Zseb-lexikon*. Budapest: Attila-nyomda Rt., 1939.;
- [10] Smith, L. Susan, *Toxic Exposures*, New Brunswick: Rutgers University Press, 2017.;
- [11] Kiss Gábor, „Harci gázok alkalmazása az első világháborúban.” *A Nagy Háború írásban és képen* https://nagyhaboru.blog.hu/2013/01/02/harci_gazok_alkalmazasa_az_első_vilaghaboruban (Letöltve: 2021.3.30.);
- [12] Kiss Dénes, „Európai államok gázkészülődései.” *Magyar Katonai Szemle*, 1936.

- [13] *Protocol for the Prohibition of the Use of Asphyxiating, Poisonous or Other Gases, and of Bacteriological Methods of Warfare*. Geneva, 17 June 1925.” <https://ihl-databases.icrc.org/applic/ihl/ihl.nsf/Article.xsp?action=openDocument&documentId=58A096110540867AC12563CD005187B9> (Letöltve: 2020.3.30.);
- [14] Gosztonyi Péter, *A Vörös Hadsereg*. Budapest: Európa Könyvkiadó, 1993.;
- [15] Kovács Vilmos, „A Magyar Királyi Honvédség vegyi harcanyaggal töltött tűzérési lövedékei 1913–1944.” *Hadtörténelmi közlemények*, 1997.;
- [16] Magyar Távirati Iroda, *Napi Hírek*, 1937. 05. 26. https://adatbazisokonline.hu/pdfview2?file=static/documents/MTI/Magyar%20T%C3%A1virati%20Iroda/Napi_Hirek/1920_1944/HU_MNL_OL_K_428_a_394_1937_05_26.pdf#search=g%C3%A1z%C3%A9delmi%20iskola&page=60&rnd=45734970076664529 (Letöltve: 2021.3.31.);
- [17] Baader, Gerhard, Susan E. Lederer, Morris Low, Florian Schmaltz, és Alexander V. Schwerin. „Pathways to Human Experimentation, 1933-1945: Germany, Japan, and the United States”. *Osiris* 20 (2005. január): 205–31. <https://doi.org/10.1086/649419>;
- [18] Szabó Sándor, „Az új generációs mentesítő rendszerek hatása a hazai ABV képesség átalakítására.” Doktori (PhD) értekezés, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2017.;
- [19] https://en.wikipedia.org/wiki/Winford_Lee_Lewis#/media/File:Sc_lewis.jpg (Letöltve: 2021.3.31.);
- [20] Andreas Linhardt, „Die Fachzeitschrift „Gasschutz und Luftschutz“ unter dem Einfluss des Nationalsozialismus 2.” https://www.kritis.bund.de/DE/Service/Fachinformationsstelle/DigitalisierteMedien/FachzeitschriftNotfallvorsorge/01_Gasschutz%20und%20Luftschutz/Ausarbeitung_Dr_Linhardt.html (Letöltve: 2021.4.1.);
- [22] Grunden, Walter E. „No Retaliation in Kind: Japanese Chemical Warfare Policy in World War II”. In *One Hundred Years of Chemical Warfare: Research, Deployment, Consequences*, szerk: Bretislav Friedrich et al., 259–71. Cham: Springer International Publishing, 2017. https://doi.org/10.1007/978-3-319-51664-6_14.
- [23] Forrás: <https://www.atlasobscura.com/places/american-university-experiment-station> (Letöltve: 2021.3.31.).

JEGYZETEK

- 1 Manapság a vegyi harcanyagok alatt olyan vegyi anyagot értünk, amelyet a katonai műveletek során a személyi állomány pusztítására vagy harc képtelenné tételére használnak. Manapság nem tartoznak ide az ingerlő, kódfejlesztő és gyújtóanyagok, valamint a növényirtó szerek sem. Katonai terminológiai értelmező szótár, Zrínyi Kiadó, 2005, 693. A két világháború között az ingerlő, a gyújtó- és a mesterséges kódfejlesztő anyagokat is vegyi harcanyagnak tekintették. Zachár Sándor. *Katonai Zseb-lexikon*. Budapest: Attila-nyomda Rt., 1939. 127–130.
- 2 Ezt a szervezetet az USA azért hozta létre 1918-ban, mert korábban nem volt ebben az államban vegyi harcanyag-fejlesztés érdekében létrehozott központi szervezet. 1920-ban a Kongresszus ezt a szervezetet az amerikai haderő alárendeltségébe helyezte. [10; 18. o.]
- 3 Dr. Rudolf Hanslian: 1883–1954, kémikus és gyógyszerész. Az első világháborút követően különböző kutatóintézetekben, köztük a Wilhelm Kaiser Akadémia egyes részlegében töltött be vezetői pozíciót. [20]

HT összesített tartalomjegyzék, 55. évfolyam, 2021.

Tanulmányok

Balajti István: A hiperszonikus fegyverek hatása a légvédelemre és a légtérelőzésre	1/2–7
Dr. Gyarmati József – Simó Réka: Autonóm terepjáró járművek katonai felhasználásának lehetőségei II. rész	1/8–14
Dr. Óvári Gyula – Fehér Krisztina: Repülőgépek elektromos meghajtása – szükségszerűség kompromisszumokkal II. rész	1/15–19
Végvári Zsolt: A hidrogén lehetséges honvédelmi (katonai) alkalmazása	1/20–25
Új technológiák a védelem szolgálatában <i>Interjú Palkovics László innovációs és technológiai miniszterrel</i>	2/2–4
Dr. Németh András – Virágh Krisztián: Virtuális valóság és haderő – fejlődéstörténet I. rész	2/5–12
Dr. Óvári Gyula – Fehér Krisztina: Repülőgépek elektromos meghajtása – szükségszerűség kompromisszumokkal III. rész	2/13–18
Zsig Zoltán: A Carl-Gustaf M4 típusú, többcélú hátrasiklás nélküli reaktív fegyver	2/19–26
Balajti István: Korszerű elektronikai harceszközök hatása a rádiólokátor rendszerekre	3/2–7
Dr. Németh András – Virágh Krisztián: Virtuális valóság és haderő – technológiai háttér II. rész	3/8–16
Dr. Óvári Gyula – Fehér Krisztina: Repülőgépek elektromos meghajtása – szükségszerűség kompromisszumokkal IV. rész	3/17–24
Ing. Nikola Chovančíková – prof. Ing. Zdeněk Dvořák – PhD., doc. Ing. Bohuš Leitner, PhD.: Safety indicators as a basis for increasing the resilience of critical infrastructure	3/25–30
Dr. Németh András – Virágh Krisztián: Virtuális valóság és haderő – polgári alkalmazási lehetőségek III. rész	4/2–8
Dr. Hannel Sándor – Kelecsényi István: Az Aero Vodochody cseh repülőgépgyártó vállalat és repülőgépei I. rész	4/9–14
Dr. Óvári Gyula – Fehér Krisztina: Repülőgépek elektromos meghajtása – szükségszerűség kompromisszumokkal V. rész	4/15–19
András Fülek: Twenty first century development in the Hungarian Defence Forces: The KC-390 tactical military transport aircraft	4/20–26
Dr. Németh András – Virágh Krisztián: Virtuális valóság és haderő – katonai alkalmazási lehetőségek IV. rész	5/2–7
Balajti István: A rádiófrekvenciás radarhálózatok előnyei és megvalósításuk kihívásai <i>Az ELM-2084 rádiólokátor-technológia alapján</i>	5/8–15
Dr. Hannel Sándor – Kelecsényi István: Az Aero Vodochody cseh repülőgépgyártó vállalat és repülőgépei II. rész	5/16–21

Dr. Óvári Gyula – Fehér Krisztina: Repülőgépek elektromos meghajtása – szükségszerűség kompromisszumokkal VI. rész	5/22–26
Dr. Németh András – Virágh Krisztián: Virtuális valóság és haderő – katonai alkalmazási lehetőségek V. rész	6/2–6
Dr. Gulyás Attila: Gondolatok az infokommunikációs hálózati szolgáltatásokról	6/7–12
Dr. Földi Ferenc – Lőrincz János – Vigh János: A 84 mm-es Carl-Gustaf HSN többcélú fegyverrendszer I. rész	6/13–20

Nemzetközi haditechnikai szemle

Zentay Péter: „Vitézek” a Vörös téren – az orosz légierő vadászgépei XI. rész	1/26–30
Vincze Gyula: A Kornet-D önjáró páncéltörő rakétakomplexum	1/31–34
Kelecsényi István: A JAS-39C/D Gripen repülőgépek fegyverzete és modernizációs lehetőségei III. rész	1/35–38
Nagy László – Szabó Miklós: A harcászati légi szállító képesség fejlesztése a Magyar Honvédségben <i>Bemutatózik a KC-390 Millennium repülőgép</i>	2/27–33
Nagy Imre: Felfegyverzett gépjárművek alkalmazása az afrikai és más helyi konfliktusokban I. rész	2/34–38
Vincze Gyula: Lenyűgöző tüzérő egy könnyű terepjárón	2/38–40
Czikora Zoltán: A Donauwörth-i Airbus gyár I. rész	2/41–44
Nagy Imre: Felfegyverzett gépjárművek alkalmazása az afrikai és más helyi konfliktusokban II. rész	3/31–34
Vincze Gyula: A NATO VJTFbe felajánlott Bundeswehr erők újgenerációs szoftverrádiói	3/35–38
Czikora Zoltán: A Donauwörth-i Airbus gyár II. rész	3/39–43
Dr. Kiss Álmos Péter – Dr. Kiss Roland – Vecsey Mariann: Az Oroszországi Föderáció baltikumi A2/AD képességeinek és a NATO válaszlépéseinek elemzése I. rész	4/27–32
Vincze Gyula: A HUSAR pilóta nélküli felderítő- és célmegjelölő rendszer	4/33–36
Dr. Kiss Álmos Péter – Dr. Kiss Roland – Vecsey Mariann: Az Oroszországi Föderáció baltikumi A2/AD képességeinek és a NATO válaszlépéseinek elemzése II. rész	5/27–31
Ocskay István: Ész robotikai innováció <i>Az integrált, moduláris, vezető nélküli szárazföldi járműrendszer munkacsoport eredményeinek bemutatása</i>	6/21–25

Úrtechnika

Horváth Attila: HTS és követő antennarendszerek alkalmazhatósága a katonai vezetést támogató műholdas távközlési rendszerekben	1/39–45
--	---------

Dr. Horváth András Ferenc: Artemis–SLS emberes Hold-expedíciós program	2/45–51	Dóczi István: Hazai modernizáció a Magyar Honvédség tábori mikrohullámú rendszerében	5/60–64
Dr. Both Előd: Holdautók és marsjárók I. rész	3/44–49	Dr. Hlavicka-Laczák Lili Eszter – Dr. Hlavička Viktor – Prof. dr. Károlyi György – Dr. Hajdú Ferenc – Dr. Salem Georges Nehme – Vozsech István: Betonszerkezetek károsodása lövedékbecsapódás hatására I. rész	5/65–70
Dr. Both Előd: Holdautók és marsjárók II. rész	4/37–42	Balla Tibor – Gáspár Tibor: Zlin Z 242L és Zlin Z 143LSi típusú repülőgépek integrálása a Magyar Honvédség újraindult pilótaképzésébe	6/38–41
Horváth István: A gammakitörések irány szerinti eloszlása	4/43–46	Prof. dr. Kiss Péter – Kiss Botond – Böröczky András: A terepi járműmozgást befolyásoló tényezők – kerék-pálya kapcsolat, a terep tulajdonságai I. rész	6/42–46
Horváth Attila: A magaslégtér repülő platformok és lehetséges alkalmazhatóságuk	5/32–38	Kelecsényi István: Hazai haditechnikai fejlesztések és beszerzések bemutatkozása a kecskeméti repülőnapon	6/47–49
Schuminszky Nándor – Dr. Remes Péter: Szovjet fogságban volt egy amerikai űrkabin	5/39–45	Dóczi István: Az Ejder Yalçın Block 4+ verzió harcjárművek kommunikációs integrációja nemzetközi környezetben	6/51–55
Horváth Attila: Nanoműholdak alkalmazhatósága védelmi és biztonsági célú űrműveletekben I. rész	6/26–31	Hlavička-Laczák Lili Eszter – Hlavička Viktor – Károlyi György – Hajdú Ferenc – Salem Georges Nehme – Vozsech István: Betonszerkezetek károsodása lövedékbecsapódás hatására II. rész	6/56–59
Dr. Novoszáth Péter: A bolygók radarcsillogászati vizsgálata	6/32–37	Domán László: A repülőfedélzeti ZU-M típusú elektronikus hangolóblokk	6/60–63
Hazai tükör		<i>Egy magyar katonai fejlesztés története</i>	
Ocskay István: A Lynx harcjárműcsalád fejlesztése, technikai leírása és jövője II. rész	1/46–51	Haditechnika történet	
Zsitnyányi Attila: Mentésítő rendszerek fejlesztése Magyarországon a NATO-csatlakozást követően III. rész	1/52–56	Dr. Négyesi Lajos – Dr. Németh András – Prof. dr. Padányi József – Szabó András: Zrínyi-Újvár kutatása a hadirégészet eszközeivel II. rész	1/67–70
Dr. Taksás Balázs: Újjászülető hadiipar	1/57–61	Horváth Balázs Zsigmond: A magyar páncélvonatok a 2. világháborúban	1/71–75
Dr. Gyulai Gábor: Az RDC III dozimetria rendszer alkalmazhatóságának vizsgálata, 20 évvel a modernizálása után II. rész	1/62–66	Dr. Laczik Bálint: Fejezetek a ballisztika XV. századi történetéből <i>Az Orbán-ágyú</i>	2/63–69
Ozsváth Sándor: A Magyarország területén lehetséges drónalapú támadások szakmai és biztonsági kérdései	2/52–55	Sarus Ferenc: Ágyúnaszádok a Jangcén (1860–1949)	2/70–75
Ocskay István: A Lynx harcjárműcsalád fejlesztése, technikai leírása és jövője III. rész	2/56–62	Őze Zoltán: Új szakcsapat születése az I. világháborúban: a vegyivédelem	3/70–75
Bárány Dániel – Rembeczki Szabolcs: Radarberendezések középfrekvenciás impulzus-kompressziós adójelgeneráló és vevőjelfeldolgozó rendszere	3/50–56	Fülek András: A japán kard – tűzből születő nemzeti kincs I. rész	4/65–71
Ocskay István – Vágner Szabolcs: Gidrán – egy növelt aknavédelemmel rendelkező harcjármű megjelenése a Magyar Honvédségben I. rész	3/57–63	Dr. Hajdú Ferenc – Jásdi Balázs: A 85 mm-es 1939M 52K 8,5/8,8 Flak 39(r) közepes légvédelmi ágyú magyarországi alkalmazása	4/72–75
Tömböl László – Böcz Lajos Lóránt – Juhancsik János: A földi telepítésű légvédelem új vezetési rendszere	3/64–69	Fülek András: A japán kard – tűzből születő nemzeti kincs II. rész	5/71–75
Ocskay István – Vágner Szabolcs: Gidrán – egy növelt aknavédelemmel rendelkező harcjármű megjelenése a Magyar Honvédségben II. rész	4/47–54	Sőregi Zoltán: Kerékpáros csapatok az Osztrák–Magyar Monarchia közös csapatainak kötelékében I. rész	6/64–66
Balog Péter: Az MH Geoinformációs Támogatási Doktrína felülvizsgálata az újonnan rendszeresített technikai eszközök tükrében I. rész	4/55–60	Dauner Bernát: A nagyhatalmak vegyi harcanyag-fejlesztései a két világháború között	6/67–73
Földi Zoltán: Újabb funkcióval bővült a Currus Aries többfunkciós autóbusz	4/61–64	Az ötvenötödik évfolyam 2021. évi tartalomjegyzéke	6/74–75
<i>Oltóbuszgyártás a HM Currus Zrt.-nél</i>	4/61–64		
Balog Péter: Az MH Geoinformációs Támogatási Doktrína felülvizsgálata az újonnan rendszeresített technikai eszközök tükrében II. rész	5/46–53		
Tömböl László – Böcz Lajos Lóránt – Juhancsik János: A földi telepítésű légvédelem új, kis-közepes hatótávolságú rakétarendszere	5/54–59		

CONTENTS

STUDIES

Virtual Reality and the Armed Forces – Possible Military Applications, Part 5	2
Thoughts on Infocommunication Network Services	7
The 84 mm Carl Gustaf Multirole Recoilless Weapon System, Part 1	13

INTERNATIONAL MILTECH REVIEW

Estonian Robotics Innovation <i>Introduction of the Results of Integrated Modular Unmanned Ground Systems Working Group</i>	21
--	----

SPACE ACTIVITIES

The Potential Applicability of Nanosatellites in Defence and Security Space Operations, Part 1	26
Radar Astronomy Examinations of the Planets	32

DOMESTIC SURVEY

Integration of Zlin Z 242L and Zlin Z 143LSi into the newly restarted Hungarian Pilot Training Program	38
Influencing Factors of Vehicle Motion on Terrain <i>Wheel-Track Relationships, Terrain Characteristics</i> , Part 1	42
Introduction of domestic Military Technology Developments and Procurements on Kecskemét Air Show	47
The Infocommunication Integration of Ejder Yalçın Block ver. 4+ Military Vehicles in International Environment	51
Damage of Concrete Structures due to Projectile Impact, Part 2	56
Type ZU-M Airborne Electronic Tuner Block – <i>History of a Hungarian Military Development</i>	60

MILTECH HISTORY

Bicycle Units in the common Forces of Austro-Hungarian Monarchy, Part 1	64
Chemical Agent Developments of the World-Powers between the World Wars	67
Contents of Volume 55. (2021)	74

INHALTVERZEICHNIS

STUDIEN

Virtuelle Realität und Streitkräfte – Zivile Anwendungsmöglichkeiten, Teil V. Gedanken zu Infokommunikations-netzdiensten	2
Die 84 mm reaktive Panzerbüchse „FFV Carl-Gustaf“, Teil I.	13

INTERNATIONALE WEHRTECHNISCHE RUNDSCHAU

Estrnische Innovation in der Robotik. <i>Präsentation der Ergebnisse der Arbeitsgruppe des integrierten modularen unbemannten Landfahrzeugsystems</i>	21
--	----

RAUMFAHRTTECHNIK

Anwendbarkeit von Nanosatelliten in Verteidigungs- und Sicherheitsraumoperationen, Teil I. Astronomische Radaruntersuchung von Planeten	26
	32

HEIMATSCHAU

Integration der Flugzeuge „Zlin Z 242L“ und „Zlin Z 143LSi“ in die wieder aufgenommene Pilotenausbildung der ungarischen Streitkräfte	38
Einflussfaktoren auf die Bewegung von Geländefahrzeugen – <i>Verbindung zwischen Rad und Boden, Geländeeigenschaften</i> , Teil I.	42
Vorstellung der ungarischen militärtechnischen Entwicklungen und Beschaffungen an dem Internationalen Flugtag in Kecskemét	47
Kommunikationsintegration der Kampffahrzeugen „EjderYalçınBlock Version 4+“ in internationaler Umgebung	51
Schäden an Betonkonstruktionen durch Projektileinschlag, Teil II.	56
Die integrierte elektronische Stimmereinheit Typ ZU-M – <i>Die Geschichte einer ungarischer militärischer Entwicklung</i>	60

GESCHICHTE FÜR WEHRTECHNIK

Fahrradtruppen in den gemeinsamen Verbände der österreichisch-ungarischen Monarchie, Teil I.	64
Entwicklungen in der chemischen Kriegsführung der Großmächte zwischen den beiden Weltkriegen	67
Inhalt des fünfundfünfzigsten Jahrganges 2021	74

A címképünkön: Zlin 242L kiképző repülőgép (Fotó: HM Zrínyi Nonprofit Kft./Rácz Tünde)

Borító 2: Fent: Carl-Gustaf M4 hordoládában málházva Lent: CGM4 alkalmazásának gyakorlása fekvő tüzelési helyzetben (Fotók: Merckle Bálint)

Borító 3: A kecskeméti repülőnapon az égen és a földön is bemutatkozott a brazil Embraer által gyártott KC-390 Millennium gázturbinás-sugarhajóműves repülőgép. Fent: A pilótafülke belső tere látható Középen: A KC-390-es taktikai szállító és légi utántöltő repülőgép statikus bemutatója a Magyar Honvédség 59. Szentgyörgyi Dezső Repülőbázison Lent: A brazil légierő KC-390-es gépe a kecskeméti repülőtéren betonján, az éjszakai órákra hajtómű-szivócsatorna-takaróval védve (Fotók: Dr. Tópercz István)

Poszter: Leopard 2A4 harckocsi (Fotó: HM Zrínyi Nonprofit Kft./Rácz Tünde) (A típus főbb harcászati-műszaki adatait tartalmazó táblázatot az 50. 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 oldalon kérhető), továbbá a szerző munkahelyét, intézményi kötődését angol és magyar nyelven (illetve tudományos fokozatát – ha ilyenrel rendelkezik). A kéziratot csak a felhasznált irodalmak megjelölésével fogadjuk el. Ha a hivatkozott irodalmi forrás rendelkezik DOI azonosítóval, azt kérjük feltüntetni.

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

Előfizetés

Éves előfizetési díj 3120 Ft.

Előfizetésben terjeszti a Magyar Posta Rt. Hírlap Üzletága, 1008 Budapest, Orczy tér 1. Előfizethető valamennyi postán, kézbesítőknél, e-mailen: hirlapelofizetes@posta.hu, faxon: 303-3440, Stúdió könyvesbolt 1138 Bp., Népfürdő u. 15/D, telefon/fax: 359-1964, 359-6461, HM Zrínyi Nonprofit Kft. Ügyfélszolgálat Budapest II., Fillér u. 14.

Levél cím: 1276 Budapest 22, Pf. 85 telefon/fax: 212-4540

e-mail: ugyfelszolgalat@hmzrinyi.hu További információ: 06 80/444-444

A folyóirat 2005-2015 közötti példányai megrendelhetők a Zrínyi webshopban (www.hmzrinyi.hu/termekek/magazinok).

A Haditechnika megvásárolható

Lira Könyvárúháza, 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