

A múlt, a jelen és a jövő fegyverei

HADITECHNIKA

2022/5

LVI. évfolyam 5. szám

Ára 520 Ft



A GIDRÁN

harcjármű fegyverzete

Posztermelléklettel!





A MAGYAR HONVÉDSÉG MŰSZAKI-TUDOMÁNYOS ÉS ISMERETTERJESZTŐ FOLYÓIRATA

Az MTA által minősített folyóirat

2022/5. szám.
LVI. évfolyam

Tulajdonos:

Bozó Tibor vezérőrnagy

A szerkesztőbizottság elnöke:

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

A szerkesztőbizottság alelnöke:

Bárány Zoltán Gábor ezredes

Főszerkesztő:

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

A szerkesztőbizottság tagjai:

Benkó Imre
(HM CURRUS ZRt. és HM ARMCOM 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 HTP)
Kaposvári László vezérőrnagy (MHP LGCSF)
Prof. dr. Kiss Péter
(Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem)
Prof. dr. Kovács László dandártábornok
(MHP HSZ)
Dr. Koller József dandártábornok (MH 86. SZHB)
Könczöl Ferenc ezredes (MH 12. ALRE)
Lengyel Csaba ezredes
(MHP HSZ)
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)
Dr. Trembeczki László András (HM EI ZRt.)

Lektorai bizottság elnöke:

Dr. Keszthelyi Gyula ny. dandártábornok (MKLE)

Felelős szerkesztő:

Végyvári Zsolt alezredes
(NKE HHK, MHTT, TÚK, MEE)

Szerkesztő:

Rojkó Annamária tanácsos
(MÚOSZ, TÚK)

Katonai szerkesztő:

Druzsinn József őrnagy
(MHTT, TÚK, MKLE)

Szerkesztőasszisztens:

Drahos Gabriella (TÚK)

Kutatástámogató asszisztens:

Dari Nikolett (MH HTP)

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

FÓKUSZBAN

Dr. Németh András – Virágh
Krisztián: Mesterséges
intelligencia és haderő –
Polgári alkalmazási lehetőségek
V. rész 2



Dr. Kiss Roland: Oroszország
A2/AD képességei II. rész 8



Harald Poecher: Current Trends
in the Austrian Armament
Industry 25



Kakuja Izabella: Unikális magyar
módszer a radiológiai
helyszínelésben 58



TANULMÁNYOK

Dr. Gulyás Attila PhD: Az 5.
generációs telekommunikációs
hálózatok fejlesztési irányai
II. rész 14
Dr. Palik Mátyás – Dr. Rohács
József: UAV, UAS, RPA, drón,
robotrepülőgép – új
technológiák alkalmazása
I. rész 19

NEMZETKÖZI HADITECHNIKAI SZEMLE

Ocskay István: Az iMUGS
PESCO program folytatása
Brüsszelben 31

ŰRTECHNIKA

Dr. Punczman Ádám Tamás:
Az égitestek bányászata
II. rész 35

HAZAI TÜKÖR

Havilla Ferenc – Sebők István –
Dr. Vég Róbert László:
A Gidrán növelt
páncélvédettségű harcjármű
fegyverzete 39
Kertész József – Dr. Kovács
Tünde Anna: Gépjárművek
ütkezésbiztonsági
megbízhatóságának alakulása
a járművek korának
előrehaladtával 45
Matusz Márk Péter:
Egészségügyi vezetési pont
működtetésében rejlő
potenciális előnyök 52
Elhunyt dr. Tompa János
ny. dandártábornok 57

HADITECHNIKA-TÖRTÉNET

Dr. Laczik Bálint: A Brennan-
torpedó 63
Farkas Zoltán: A Hofherr gyár
a hadsereg szolgálatában 70

Olvasószerkesztő: Kádár M. György ■ **Nyomdai előkészítés:** HEXACO GNH Kft.

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

A **Haditechnika** kéthavonként nyomtatásban megjelenő folyóirat.

A szerkesztőség postacíme:

1087 Budapest, Kerepesi út 29/B. ■ Telefon: +3630-773-7494 ■ haditechnika@hmzrinyi.hu
kiadvany.magyarhonvedseg.hu/index.php/HT; <https://www.facebook.com/HTfolyoirat/>

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

Dr. Németh András* – Virágh Krisztián**

Mesterséges intelligencia és haderő – Polgári alkalmazási lehetőségek

V. rész

A mesterséges intelligencia az elmúlt évek során korunk egyik kulcsfontosságú technológiájává nőtte ki magát. Meghatározó, szemléletformáló, életstílus-alakító szerepét, valamint fejlődésének dinamikus ütemét jelzi, hogy azon MI-alapú eszközök és rendszerek, amelyek korábban legfeljebb csak a tudományos-fantasztikus irodalomban léteztek futurisztikus képet vetítve elénk, mára valósággá váltak. Ilyenek például az önvezető járművek, vagy akár az emberi kommunikációra alkalmas humanoid robotok. Jelen cikkünkben a mesterséges intelligencia polgári alkalmazási lehetőségeit mutatjuk be.

BEVEZETŐ GONDOLATOK

A mesterséges intelligencia gyakorlati felhasználási lehetőségei már napjainkban is rendkívül sokrétűek, ezért jelen keretek között elsősorban azokra a polgári területekre fókuszálunk, amelyek közvetlenül vagy közvetve, de komoly katonai vetülettel is rendelkeznek. Ide tartozik a robotika, az egészségügy, a mezőgazdaság, a közlekedés, a közigazgatás és természetesen az oktatás, amelyek közül ebben a részben az első három területet ismertetjük.

ROBOTIKA

A robotika a mesterséges intelligencia ikonikus, ezért is megkerülhetetlen alkalmazási területe, a sci-fi irodalom és a filmművészet egyik központi témája. Izgalmas módszer

lehetne szembe állítani az évtizedekkel ezelőtti elképzeléseket napjaink valóságával, ez azonban az első néhány kísérletet követően meglehetősen időigényes, írásban történő megörökítése pedig terjedelmes vállalkozásnak bizonyult. Ezért jelen keretek között inkább néhány jellemző példán keresztül kívánjuk bemutatni napjaink robotikai alkalmazásainak sokszínűségét.

A köznyelv által is robotoknak nevezett szerkezetek többsége élőlényeket, elsősorban embereket, illetve azok tulajdonságait, képességeit, tevékenységét „másolja”. Ezek között is kiemelkedő szerep jut azoknak a megoldásoknak, amelyek esetén a robotok ügyfélszolgálati feladatokat látnak el. Több étteremben alkalmaznak már például robotpincéereket, de szállodákban találkozhatunk robotreceptióssokkal vagy robotinformációs munkatársakkal. Sőt, olyan szállodák is léteznek már a gazdasági és technológiai szempontból egyaránt fejlett országokban, mint például Japánban, amelyeket szinte kizárólag robotok működtetnek. [97] Az 27. ábrán elhelyezett QR-kód segítségével elérhető videóban egy ilyen intézményt, illetve az ott alkalmazott különböző funkciókat megvalósító robotokat láthatunk. Természetesen nemcsak a vendéglátásban, de a kereskedelemben és a szolgáltatóiparban is számos helyen találkozhatunk hasonló megoldásokkal.

Érdekes kiemelni két kulcsfontosságú MI-módszert, amelyek nélkül nem lehetne a fenti szállodákat robotokkal üzemeltetni. Ezek a technológiák a tanulmány korábbi részében tárgyalt gépi látás, illetve a természetes nyelvi feldolgozás. A gépi látás olyan MI-rendszereket foglal magába, amelyek megtanítják a gépeket digitális álló- vagy mozgóképek értelmezésére, azokon látható objektumok felismerésére. [98] A számítástechnika területén a természetes nyelvi feldolgozás fogalma alatt olyan mesterséges intelligencia rendszereket értünk, amelyek az emberek által használt nyelvek elemzésére és megértésére képesek. [99] Ez a két funkció ugyanakkor nem kizárólag a fizikai térben tevékenykedő robotikai eszközökhöz kötött, ezért érdemes megemlíteni a kizárólag a virtuális térben létező kommunikációs célú MI-rendszerek egyik legelterjedtebb formáját, a „chatbot”-ot. Főként nemzetközi környezetben működő vállalatok esetén, például légitársaságoknál, bankoknál vagy távközlési cégeknél figyelhető meg ezek alkalmazása annak érdekében, hogy a humán ügyintézőket teher-

27. ábra. Robotok alkalmazása az ügyfélszolgálatban [97]



A recepciós pultnál
dinoszaurusz robotok
fogadják a bejelentkezéseket

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

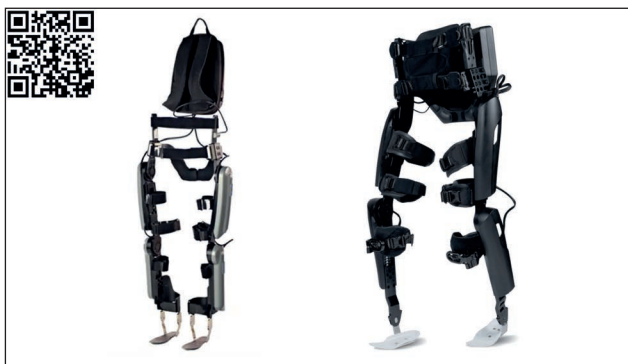
** Cybersecurity Architect, Thyssenkrupp Components Technology Hungary, Product Cybersecurity Department. ORCID: 0000-0003-4184-9492

mentesítsék, akik így a bonyolultabb, egyedi elbírálást igénylő esetekkel tudnak foglalkozni. Az egyszerűbb problémákat már a jelenlegi „chatbot” rendszerek is képesek hatékonyan kezelni. Mivel a chatbotok folyamatosan képesek tanulni, az idő múlásával egyre komplexebb és egyre specifikusabb kérdésekre is választ tudnak majd adni, így végül az emberek alkalmazása ezen a területen teljesen háttérbe szorul.

Egy másik fontos alkalmazást az úgynevezett neuroprotézisek területe jelenti. Ezek működése szintén az MI-n alapszik, hiszen mesterséges neurális hálózatok segítségével tanítják meg az ilyen eszközöket az emberi mozdulatok végrehajtására. Ezen mesterséges neurális hálózatokat úgy fejlesztették, hogy különböző műszerek segítségével feltérképezték az emberi agyban kialakuló neurális kapcsolatokat mozgás közben, majd ezek alapján megalkották azok gépi modelljét. Az így kapott modell alapján működő MI-rendszereket alkalmazzák a művégtagok mozgásának tanítására, amelyek ezáltal képesek egyrészt megközelíteni egy-egy valódi végtag mozgását, másrészt kiváltani az azokhoz kapcsolódó érzeteket azáltal, hogy az idegrendszer kapcsolódó pontjain ingereket fogadnak, illetve keltenek. Tehát az ilyen eszközök tulajdonképpen ugyanúgy az akarattunkkal vezérelhetők, mint egy valódi végtag, illetve eggyel magasabb szinten a művégtagokkal is ugyanúgy lehet érezni, mint a valódiakkal. Több más funkció mellett, akár erre is képes lehet majd az Elon Musk cége által fejlesztett, agyba ültethető mesterséges intelligencia chip, a Neuralink. [100]

A robotika területéhez kapcsolódó és katonai szempontból is jelentős egyik legfontosabb technikai megoldás az úgynevezett „exoskeleton”, azaz a mesterséges külső váz, amelyek alkalmazásával egyrészt képesek lehetünk lebénult embereknek visszaadni a mozgás szabadságát [101], másrészt meg tudjuk növelni az emberi test teherbíró képességét, vagy akár egyes mozgások sebességét, stabilitását, esetleg robot végtagokkal kiegészítve az egyidejűleg kezelhető eszközök számát. A transzhumanisták nagy öröme, az úgynevezett kibernetikus organizmusok, rövidebb és ismertebb nevükön kiborgok megjelenése tulajdonképpen már elkezdődött a biológiai élőlények és gépi eszközök szimbiózisával. Egyre közelebb kerülünk ahhoz az utópisztikus világhoz, amikor a társadalmat emberek, kiborgok és robotok együttesen alkotják. A híres jövőkutató Raymond Kurzweil könyvének címe alapján, „a szingularitás küszöbén” [102] állunk. Az ilyen megoldások jelentőségét az is mutatja, hogy az elmúlt évtizedben már számos vállalat foglalkozott ilyen célú eszközök fejlesztésével. Az orvosi eszközök között az egyik legnagyobb tapasztalattal a ReWalk Robotics rendelkezik, amely elsősorban

28. ábra. A ReWalk rehabilitációra (bal oldal) és személyi használatra (jobb oldal) tervezett exoskeletonja [103]



29. ábra. Hyundai exoskeletonok felhasználási lehetőségei [103]

paraplegiában⁷ szenvedő embereknek gyárt olyan exoskeletonokat (28. ábra), amelyekkel ismét megtapasztalhatják a mozgás örömeit. A klinikai változat segítségével egyrészt a betegek el tudják sajátítani az eszköz önálló használatát, másrészt a szakemberek személyre tudják szabni az érintett személynek átadandó gépek műszaki paramétereit. [103] Ipari célú felhasználásra többek között az Actinelink és a Hyundai is fejleszt exoskeletonokat (29. ábra), amelyek célja elsősorban a fizikai megterheléssel járó munkafolyamatok során az izületek terhelmentesítése, illetve az emberi erő kifejtés hatékonyságának növelése. A piacon elérhető típusok változatos konfigurációkban és képességekkel rendelkeznek, segítségükkel akár 100 kg tömegű tárgyak megemelésére is képesé válhat egy átlagos testalkatú személy. [103]

Bár a kifejezetten katonai alkalmazásokat a tanulmány egy következő részében mutatjuk be, itt mindenképpen célszerű megjegyezni, hogy a hadseregek, illetve rendvédelmi, katasztrófavédelmi szervek a mesterséges külső vázak, illetve általánosságban a robotok egyik legnagyobb felhasználói, és a védelmi célú konstrukciók dominanciája a jövőben biztosan jelentősen növekszik majd. Műszaki szempontból természetesen a robotika területe alá sorolhatók a különböző autonómia szinttel rendelkező, önvezető on- és offroad szárazföldi járművek [104], vagy a vízi és légi drónok [105], illetve UAV-rajok [106] is, ugyanakkor felhasználás szempontjából ezeket az eszközöket a közlekedés, illetve más kapcsolódó területeken tárgyaljuk.

Egészségügy

Az egészségügy számos területén a mesterséges intelligencia már napjainkban is rendkívül szignifikánsan van jelen, így kiemelt figyelmet kell fordítani az ebben rejlő erőforrásokra. Az egészségügyi intézmények, illetve ellátórendszerek országos, regionális, vagy akár globális szinten történő összekapcsolásával az információk kontrollált, de automatikus megosztása és felhasználása pozitív hatással lehetne az egészségügyi ellátás színvonalára, illetve a gyógyító tevékenységek és folyamatok hatásfokára. Ennek oka, hogy a különböző műtétek végrehajtása részleteinek, a diagnosztikai információknak, leleteknek, gyógyászati eljárásoknak, kezeléseknak, zárójelentéseknek egymással történő megosztásával lényegesen bővülne az a tanulmány, amelynek segítségével MI-alapú megoldásokkal lehetne egyrészt a diagnózisok felállítását gyorsítani, illetve megbízhatóságát növelni, másrészt különböző alternatív cselekvési változatokat kidolgozni, illetve azokat eltérő szempontok szerint priorizálni (pl. költséghatékonyság, →

eredményesség). Ez az utópisztikus gondolat akár már ma is megvalósítható lenne egy új, felhőalapú adatbázisra épülő megoldás segítségével, ugyanakkor ma azt is tudomásul kell venni, hogy ezt a globális szinten is egyre inkább piaci alapúvá váló egészségügyi ellátórendszer, illetve az ennek égisze alatt zajló verseny biztosan még hosszú időn keresztül gátolni fogja.

Ennek ellenére, egy példán keresztül szemléltetjük az információ-megosztás gyakorlati hasznát. Egy páciensnek olyan ritka betegsége van, amelyet az orvosok nem ismernek fel az adott kórházban. Az anonimitását megőrizve, a beteg általános fizikai és egészségügyi paramétereit (pl. nem, életkor, tömeg, magasság, gyógyszerek, allergiák, érzékenységek, kórtörténet, esetleg vér szerinti rokonok kórtörténete rokonsági fok szerint), a kivizsgálás során nyert diagnosztikai adatokat, a laboratóriumi vizsgálatok eredményeit bemeneti paraméterként feltöltik az MI-alapú rendszerbe, majd azt „ráengedik” a nemzetközi adatbázisra. Ott az MI jellegzetes mintázatok alapján hasonló eseteket keres, majd valószínűség szerint súlyozva javasol lehetséges diagnózisokat. Minél több információt táplálunk be a betegről a rendszerbe, annál nagyobb pontossággal tudja „megbecsülni” a kórképet. A diagnózis ellenőrzéséhez az MI további vizsgálatokat javasolhat a kezelőorvosnak. Következő lépésként – amikor a feltételezés már megerősítést nyert –, ezzel az információval kiegészítve az MI folytathatja a munkát kezelési lehetőségek után kutatva, amelyeket azután például kockázatok, hatékonyság, költségek szerint súlyozva jeleníthet meg. A végső döntés természetesen ebben az esetben is az orvosé, pontosabban a betegé. Az ilyen típusú megoldások a későbbiekben valószínűleg „fizetős” szolgáltatásként jelennek meg az egészségügyi ellátórendszerben, amelynek finanszírozása is megjelenik majd az egészségpénztárak, illetve biztosítók portfóliójában. Természetesen további funkciókkal is kiegészíthetővé válik a rendszer, amely akár virtuális együttműködési platformot is képes lesz biztosítani az egyes szakorvosok és specialisták között.

Egy ilyen MI-alapú megoldás ugyanakkor számos további, az egészségügyi ellátáshoz közvetlenül nem köthető funkció kialakítására, vagy a bürokrácia csökkentésére is alkalmassá tehető. Többek között a járványok előrejelzése, a kapacitástervezés, vagy az erőforrásgazdálkodás területén is jelentős hatékonyságnövekedés várható, amelyel több ember részesülhet akár magasabb szintű ellátásban a költségek növekedése nélkül, amelynek eredménye emberéletekben is mérhetővé válhat. Mindemellett az ellátásban résztvevő személyzet adminisztratív terhei is jelentősen csökkenhetnek azáltal, hogy kialakítanak egy digitális kórlapot, amelyet a rendszer automatikusan kitölt, és vezet a számára biztosított adatok alapján. A páciens kórlapjához a vizsgálatokat és kezeléseket végző szakorvosok hozzáférhetnének a rendszeren keresztül, ami végső soron jelentősen csökkentheti az egészségügyben tapasztalt információk aszimmetriát és segíthet a komplex egészségügyi állapot felmérésében és nyomon követésében.

A továbbiakban olyan konkrét példákat mutatunk be, amelyek alkalmazásában már gyakorlati tapasztalatokkal is rendelkezhetnek az egészségügyi dolgozók. Ezek a berendezések és eljárások már ma is részét képezhetik az ellátásnak a világ valamely pontján, és véleményünk szerint bevezethetők és alkalmazhatók lehetnének Magyarországon is.

A digitális sztetoszkóp egy forradalmi újításnak tekinthető. Az eszköz a beteg szervezetének analóg hangjeleit digitalizálja, felerősíti, majd egy grafikus megjelenítő eszközre továbbítja elemzés céljából. Ezt követően a pontos diagnosztikai képeket és az ezekből kikövetkeztetett eredm-



30. ábra. Mesterséges intelligencia alkalmazása a diagnosztikai folyamatban [111]

nyeket fel lehetne tölteni a beteg digitális kórlapjára [107], amely alapján egy MI tanulhat. Többféle eszköz eredményeinek felhasználásával a rendszer akár orvos felügyelete nélkül is képes diagnózisok felállítására, amely enyhíthet az egészségügyben egyre nagyobb mértékben tapasztalható szakemberhiány által okozott problémán. Jelenleg a digitális sztetoszkóphoz hasonló MI-vel kiegészített eszközöket csak néhány kórházban alkalmaznak orvosok digitális aszisztensként, illetve előzetes diagnózisok felállítására. [108] A diabéteszes retinopátia egy olyan betegség, amely a cukorbetegség miatt alakul ki. A szemben lévő kiserek, kapillárisok érfalai sérülnek, elvékonyodnak, áteresztővé válnak vagy elzáródnak, valamint új erek keletkeznek, amelyek gátolják a retina működését. Ez látáskárosodást, de akár vakságot is okozhat. Diagnosztizálásához a szemfenékről kell képet készíteni, majd azt kielemezni, amely időigényes folyamat. A Földön ebben a betegségben szenvedők száma a cukorbetegséggel együtt folyamatosan nő [109]. Az ilyen páciensek ellátása sok esetben nem lehetséges az idő- és szakemberhiány miatt. Különböző MI-n alapuló képfelismerő rendszerek segíthetnek a kiértékelési folyamatok idejének csökkentésében, így több beteg ellátására nyílik lehetőség. Egy másik fontos felhasználási terület a gyógyszerészet lehet. Az MI a beteg egészségügyi leleteinek és az orvosi adatbázisokban található adatok összevetésével képes gyógyszereket ajánlani. Ennek következő lépcsőfoka lehet majd az MI által autonóm módon végzett, személyre szabott gyógyszertervezés, illetve -késztés [110], amelynek folyamatát napjainkban ezek a megoldások még csak támogatni tudják.

MEZŐGAZDASÁG

Az Föld népessége – bár fokozatosan lassuló ütemben –, de folyamatosan növekszik, és az előrejelzések szerint ez még közel nyolc évtizedig biztosan így lesz. Napjainkban közelíti a 8 milliárdot, és várhatóan csak 2100 környékén éri el maximumát, amikor már megközelítőleg 10,9 milliárd ember él majd a Földön. (1950-ben ez a szám mindössze 2,5 milliárd fő volt, azaz az elmúlt 72 évben a népesség 3,2-szeresére nőtt, a következő 78 évben pedig közel további 27%-os növekedés prognosztizálható.) [112] Ezt a folyamatot a kontinensek közötti demográfiai viszonyok jelentős megváltozása is kíséri, ami már az elmúlt 20 esztendőben is jelentősen átalakította biztonsági környezetün-

ket az erőforrásokhoz történő egyenlőtlen hozzáférés, és egyéb kísérőjelenségek (pl. klímaváltozás, háborúk, terrorizmus, migráció) együttes hatásai miatt. A jelenleg is zajló orosz–ukrán háború nagyon súlyos következményekkel jár, és egyaránt rámutat emberi civilizációnk regionális és globális sérülékenységeire. Többek között Európának története legnagyobb menekült áradatával, a világnak pedig az egymással szorosan összefüggő általános gazdasági, nyersanyag- és energiaválság hatásaival kell megküzdenie. Az évtizedes negatív tendenciák felerősödésének következtében napjainkra az ivóvíz mellett hangsúlyossá vált az élelmiszerellátás kérdése is, hiszen az éghajlatváltozás mellett jelenleg a háború hatásával is számolnunk kell. Ukrajnát sokan Európa, illetve a világ egyik legnagyobb élelmiszertermelőjének is nevezik, amely napjainkban korlátozottan tudja csak kielégíteni az igényeket, ez pedig jelentős nyomás alá helyezte a globális élelmiszerpiacot, felpörgetve az élelmiszerek árának emelkedését, és az inflációt. A fentiek jól bizonyítják az élelmiszer-alapanyagok előállításának (elsősorban a növénytermesztés) jelentőségét, a termőföld, a mezőgazdaság világunkat alapjaiban meghatározó szerepét, nem mindegy tehát, hogy milyen hatásokkal vagyunk képesek a termelési folyamatokat optimalizálni, a termésátlagokat növelni, az előállítás költségeit pedig csökkenteni.

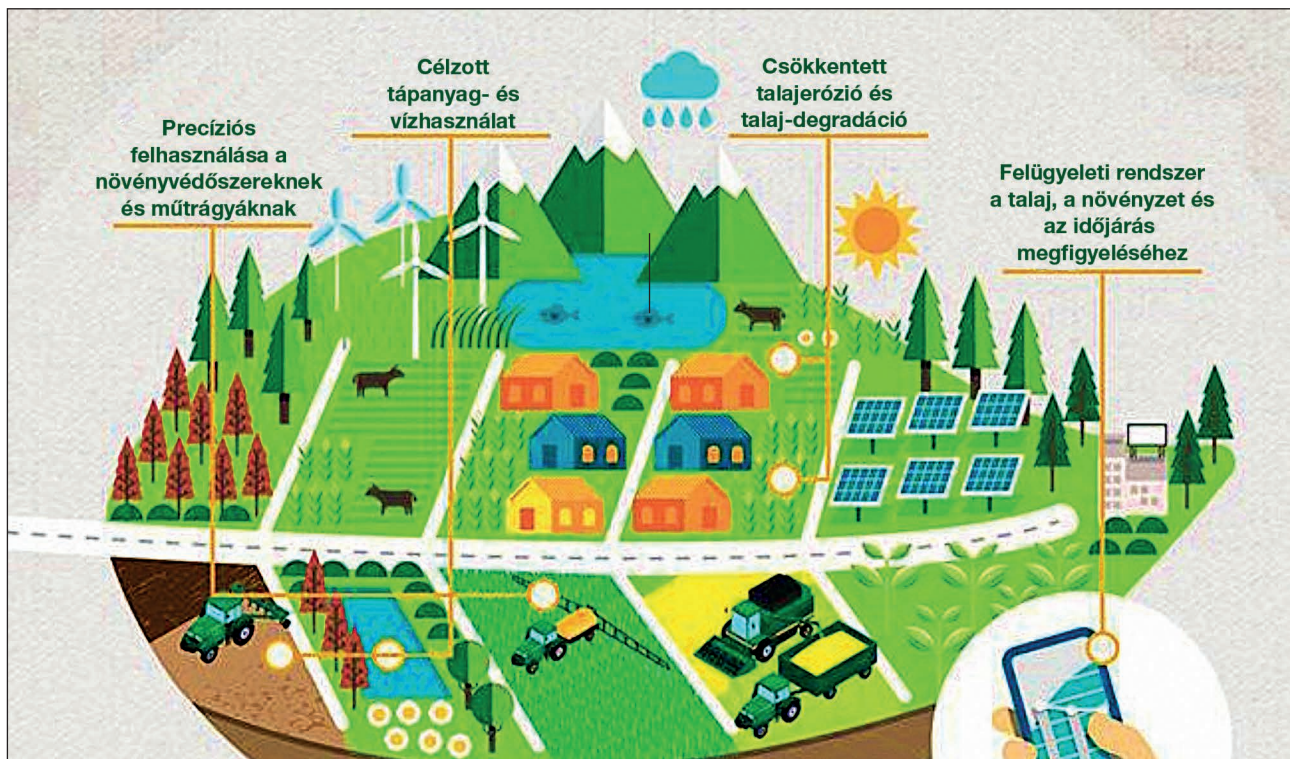
Az agráriumnak Magyarországon is kiemelten fontos szerep jut. 2017-ben 3,3%-kal járult hozzá a bruttó hazai össztermékhez (GDP – Gross Domestic Product), míg a bruttó hozzáadott értékéből 3,9%-kal, a beruházásokból 4,8%-kal, a foglalkoztatásból 5,0%-kal részesült. [113] 2018-ban a GDP-hez 3,6%-kal, a bruttó hozzáadott értékhez 4,3%-kal, a beruházásokhoz 4,1%-kal, a foglalkoztatáshoz pedig 4,8%-kal járult hozzá. [114] Tanulmányosorozatunk jelen részében a mesterséges intelligenciának néhány olyan alkalmazási területére fókuszálunk, amelyek köszönhetően lehetőség nyílik egy sokkal fejlettebb, rész-

ben (esetleg teljes mértékben) automatizált, okos mezőgazdaság feltételeinek megteremtésére.

A robotizált mezőgazdaság egyik legdinamikusabban fejlődő területét napjainkban a mezőgazdasági drónok jelentik, amelyeket a gazdálkodás egyre több szegmensében, egyre többféle feladat végrehajtására használnak. Alkalmazhatók például precíziós permetezésre és műtrágyázásra, nagy felbontású kamerákkal felszerelve pedig képesek vagyunk hatékonyan felderíteni és felismerni segítségükkel a növényeket fenyegető kártevőket, betegségeket. A különböző MI által támogatott képfeldolgozó analitikus eljárásokkal, vagy éppen a növények fejlődési ciklusának nyomon követésével meg tudjuk becsülni, illetve folyamatosan pontosítani a várható termésátlagot, vagy meghatározni a betakarítás optimális időpontját, ráadásul mindezeket adaptív módon, a területi eloszlás figyelembevételével. A drónok mellett igénybe vehetünk akár autonóm mikrorobotokat is, amelyek átvizsgálva a talajt, segítenek kiválasztani annak tulajdonságaihoz leginkább illeszkedő haszonnövényt, ezzel is hozzájárulva a termés hozam maximalizálásához. De speciális robotok számos más feladatra is alkalmazhatók, mint például a salátaültető robot, amely különböző szempontok és paraméterek figyelembevételével képes autonóm módon eldönteni, hogy a salátaültetőnek melyik részen van szükség ritkításra. Az eszköz a feladatot végre is hajtja. [115]

Ugyanakkor a termények betakarítását követően is számos olyan feladat jelentkezik, amelyeket MI alkalmazásával lényegesen hatékonyabbá lehet tenni. Ilyen például a termésválogatás, amelyre már eddig is számos rendszert fejlesztettek, és fejlesztenek napjainkban is. Egy Kínában működő kisvállalkozásban például az uborkák alak szerinti szétválogatására fejlesztettek ki egy mesterséges intelligenciát, amely az ott dolgozók számára jelentős időt, míg a termelőknek költséget képes megtakarítani. [117] Vannak már olyan megoldások is, amelyekkel akár élelmiszerbiz-

31. ábra. Az okos mezőgazdaság koncepciója [116]





32. ábra. Mezőgazdasági drón permetezés közben [118]

tionsági szempontból vizsgálható a termés, vagy éppen háziállatok monitorozására használhatók. [115]

Az emberek sokszor hajlamosak önvezető járművek esetén kizárólag a közúti közlekedésre fókuszálni, manapság azonban már léteznek autonóm mezőgazdasági gépek is, amelyek komplex szenzor- és navigációs rendszereik segítségével képesek a termőföldeken történő önálló munkavégzésre, többek között a termés betakarítására, majd elszállítására. Ilyen megoldások alkalmazásával csökkenthető a mezőgazdasági munkák emberi munkaerőigénye, míg a munkálatok időtartama is kitolható (nincs nyolcórás munkanap és túlóra). Szintén önvezető jármű, de más céllal alkalmazandó az úgynevezett Hortibot. Ez egy dán szakemberek által fejlesztett, 1 m x 1 m-es, nagyságrendileg 200–300 kg-os robot, amely önállóan képes 25 féle gyomnövény felismerésére és fizikai úton történő eltávolítására, gyomirtó szerek alkalmazása nélkül. [119]

MI-alapú technológiával nemcsak okos járművek, hanem okos öntöző- és csepegtetőrendszerek kiépítése is lehetséges, amelyek működése során szenzorok érzékelik többek között a talajnedvességet, a hőmérsékletet és a csapadékot az optimális vízáradagolás elérésére. A hatékonyság fokozása érdekében a szenzorok által gyűjtött adatokat kiegészítik időjárás-előrejelzési és műholdas információkkal is. [115]

A mesterséges intelligencia alkalmazható ugyanakkor üvegházi klímaszabályozásra is. Mesterséges neurális hálózatok segítségével vizsgálják a növények növekedésének környezeti paraméterekkel való kapcsolatát, amelyből biológiai modelleket állítanak elő. A rendszer a környezeti paramétereket (pl. nappali és éjszakai hőmérséklet, terméshőmérséklet, szén-dioxid-koncentráció) összevetve a referenciaértékekkel változtatja az üvegházban a klímátulaj-

donságokat, amivel szabályozható az érési idő és a növekedési sebesség, növelhető az üvegházi hozam, magasabb minőség, valamint pontosabb hozambecslés érhető el.

ÖSSZEGRÉS

A robotizáció a mesterséges intelligenciának köszönhetően folyamatosan hódítja meg hétköznapi életünket és forradalmasítja a különböző szakterületeken jellemző munkafolyamatokat. Tanulmányunk jelen részében a fizikai térben tevékenykedő robotikai eszközök bemutatását követően, különböző példákon keresztül megjelentek az egészségügyi és mezőgazdasági alkalmazási lehetőségek (fizikai és virtuális dimenziókban), bemutatva azok hatékonyságnövelésben betöltött szerepét. A terület sokszínűsége és a terjedelmi korlátok nem tették lehetővé a teljességre való törekvést, az egyes területek közötti kapcsolatok mélyreható elemzését, mégis átfogó képet kaphattunk a technológia fenti területeken történő felhasználásának perspektíváiról. A következő részben az MI közlekedésre, közigazgatásra és oktatásra gyakorolt hatásait, különböző példákon keresztül mutatjuk be.

(Folytatjuk)

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [97] „Japanese Hotel Run Almost Entirely By Robots,” készítette: Tech Insider 2017. 9.16, YouTube videó <https://youtu.be/xmt6OCBeS94> (Letöltve: 2022.6.23.);
- [98] *Computer Vision, What it is and why it matters*, SAS, https://www.sas.com/en_us/insights/analytics/computer-vision.html (Letöltve: 2022.6.23.);
- [99] Dr. Michael J. Garbad, „A Simple Introduction to Natural Language Processing”, *Becoming Human: Artificial Intelligence Magazine*, 2018. <https://becominghuman.ai/a-simple-introduction-to-natural-language-processing-ea66a1747b32> (Letöltve: 2022.6.23.);
- [100] Isobel Asher Hamilton, „Elon Musk’s AI brain chip company Neuralink is doing its first live tech demo on Friday. Here’s what we know so far about the wild science behind it,” *Business Insider*, 2020.08.26. <https://www.businessinsider.com/>

33. ábra. Egy Hortibot és a dán fejlesztők [120]



- we-spoke-to-2-neuroscientists-about-how-exciting-elon-musks-neuralink-really-is-2019-9 (Letöltve: 2022.6.23.);
- [101] *Neuroprosthetic Limbs: Exploring the Future of Prosthetics*, Amputee Coalition, 2019. <https://www.amputee-coalition.org/neuroprosthetic-limbs-exploring-the-future-of-prosthetics/> (Letöltve: 2020.3.10.);
- [102] Ray Kurzweil, *A szingularitás küszöbén* (Ad Astra Kiadó, 2014).;
- [103] Pécsi Péter, „Külső váz (exoskeleton) katonai alkalmazása” (TDK dolgozat, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, 2018 őszi ITDK), 21–27.;
- [104] Dr. Németh András, Dr. Hegedűs Ernő, Wipplhauser András, Simó Réka, „A katonai alkalmazású autonóm terepjáró járművek fejlesztésének egyes kérdései II. rész”, *Haditechnika*, 53. évfolyam, 5. szám, (2019): 2–7, DOI: 10.23713/HT.53.5.01;
- [105] Németh, András, “Technical Dimensions of the Development of Unmanned Aerial Systems and Their Impact on Public Service Uses”, *AARMS – Academic and Applied Research in Military and Public Management Science* 17. évfolyam 3. szám (2018): 149–164. DOI: 10.32565/aarms.2018.3.10.;
- [106] Németh András & Pápics Patrik. „Mini UAV-rajok alkalmazásának lehetőségei, különös tekintettel a katonai célú igénybevételre II. rész”, *Haditechnika* 53. évfolyam. 6. szám (2019): 15-19. DOI: 10.23713/HT.53.6.01.;
- [107] IBM. „Some Applications of AI”, (Coursera), <https://www.coursera.org/learn/introduction-to-ai/lecture/6zI2S/some-applications-of-ai> (Letöltve: 2022.6.23.);
- [108] Shailendra Sinhasane, „Top 15 Promising AI Applications in Healthcare”, *Mobisoft Infotech*, 2019.06.17., <https://mobisoftinfotech.com/resources/blog/top-15-ai-applications-in-healthcare/> (Letöltve: 2022.6.23.);
- [109] Dr. Kovács Illés, „Diabetesez retinopathia” (Budapest: Semmelweis Egyetem, 2018.) <https://semmelweis.hu/szemeszet/files/2018/05/Diabe%CC%81tesz-szeme%CC%81szeti-szo%CC%88vo%CC%8Bdme%CC%81nyei-III%CC%81Kov%CC%81cs.pdf> (Letöltve: 2022.7.8.);
- [110] Yoshua Bengio, *AI will allow for much more personalized medicine*, IBM, <https://www.ibm.com/watson/advantage-reports/future-of-artificial-intelligence/yoshua-bengio.html>. (Letöltve: 2022.6.23.);
- [111] Sam Daley, *Surgical robots, new medicines and better care: 32 examples of AI in healthcare*, 2020. <https://builtin.com/artificial-intelligence/artificial-intelligence-healthcare> (Letöltve: 2022.6.9.);
- [112] „Már látni, mikor áll meg a világ népességnövekedése”, *Portfolio*, 2019. július 11. <https://www.portfolio.hu/gazdasag/20190711/mar-latni-mikor-all-meg-a-vilag-nepessegnovekedese-330847> (Letöltve: 2022.7.1.);
- [113] KSH „A mezőgazdaság szerepe a nemzetgazdaságban, 2017” 2018. <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mezo/mezoszerepe17.pdf> (Letöltve: 2022.6.23.);
- [114] KSH „A mezőgazdaság szerepe a nemzetgazdaságban, 2018” 2019. <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mezo/mezoszerepe18.pdf> (Letöltve: 2022.6.23.);
- [115] Dr. Molnár Sándor, Molnár Márk, „Mesterséges intelligencia a mezőgazdaságban” (Szent István Egyetem), <https://epdfs.hu/dokumentum/5eb6508/mesters%C3%A9ges-intelligencia-a-mez%C5%91gazdas%C3%A1gban> (Letöltve: 2022.7.8.);
- [116] „Smart Farming – avagy mit is jelent az “okos” mezőgazdaság?” *Robotekt* <http://www.robotekt.hu/smart-farming-robotekt/> (Letöltve: 2022.6.23.);
- [117] „Solving problems small, big and prickly”, készítette Digital Workshop, 2017. 11. 17., YouTube video <https://youtu.be/rYGWHfAvXHQ> (Letöltve: 2022.6.23.);
- [118] „Csak jövőre indulhat a drónos permetezés”, *Agrárszektor*, 2019. <https://www.agrarszektor.hu/noveny/csak-jovore-indulhat-a-dronos-permetezes.14221.html> (Letöltve: 2022.6.23.);
- [119] R.N. Jørgensen, C.G. Sørensen, J. Maagaard, I. Havn, K. Jensen, H.T. Søgaard, and L.B. Sørensen. „HortiBot: A System Design of a Robotic Tool Carrier for High-tech Plant Nursing”, *CIGR Journal*, Volume IX. (2007), 1–13. <https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/937/931> (Letöltve: 2022.7.1.);
- [120] Forrás: <https://pl.pinterest.com/pin/641551909399991403/> (Letöltve: 2022.6.23.).

JEGYZETEK

7 Paraplegia: mindkét alsó végtag lebénulása a gerincvelő károsodásából adódóan. (A szerk.)

A posztermellékleten látható KMW Leguan Leopard 2 hídvető műszaki-technikai adatai

Hosszúság	14,6 m (két 14 m-es hídelemmel szerelve)
Szélesség	4 m
Magasság	4 m, a hídelemekkel együtt
Tömeg	a szállított hídelemtől függően max. 70 t
Alkalmazható hídelemek	14 m (öntömeg: 5,5 t), 26 m (öntömeg: 11 t)
Teherbírás	mindkét hídelem esetében: max. 80 t
Hídtelepítési idő	14 m-es hídelemmel 5 perc, 26 m-es hídelemmel 6 perc
Kezelőszemélyzet	2 fő
A jármű hatótávolsága és sebessége azonos a Leopard 2 harckocsival	

Forrás: <https://www.kmweg.com/systems-products/tracked-vehicles/bridges/leguan/>

8. ábra. Az Sz-400 92N6A tűzvezető radarja, amely 400 km-ig képes egyszerre legfeljebb 12 rakétát irányítani [47]



Dr. Kiss Roland*

Oroszország A2/AD képességei II. rész

Támadó feladatok

A tanulmány első részéből megismertük, hogy az orosz katonai gondolkodásban milyen szerepet töltenek be a Nyugat által A2/AD tárgykörbe sorolt képességek, még akkor is, ha ilyen stratégiával vagy doktrínával az orosz fegyveres erők nem rendelkeznek. A képességeket gyakran félreértelmezik, mivel azok valószínűleg elsősorban védelmi jellegűek, és céljuk az ország elleni stratégiai támadások hatásának csökkentése, és nem területzárás. Oroszország A2/AD képességei szerepet kapnak az ország aktív védelmi stratégiájában, amely tartalmaz offenzív és defenzív elemeket is. Az offenzív műveletek feladata, hogy kiiktassa azokat a rendszereket, amelyek révén az ellenség csapásmérő képességének hatékonysága csökkenthető. Jelen tanulmány ezen képességek offenzív alkalmazását mutatja be.

Bár a jelenlegi orosz doktrína felfogását tekintve védelmi jellegű, annak része egy nagyon erős offenzív gondolkodás, vagyis a legjobb védelem, ha az ellenség támadó erő elleni csapásméréssel eleve csökkentik azok hatásosságát. Ennek fontos eleme a manőrvédelem, amelynek célja a támadó megakadályozása céljai elérésében támadó műveletek révén, valamint a kontaktus nélküli hadviselés, vagyis nagy távolságból, precíziós eszközökkel történő pusztítás. [23]



9. ábra. Az Iszkander-M harcászati ballisztikus rakéta váltotta le a korábbi Tocskákat és a Scud rakétákat. Az új eszköz jóval pontosabb, ezért az orosz fél intenzíven alkalmazta az ukrajnai invázió során [22]

* Főhadnagyt. MH Transzformációs Parancsnokság Honvéd Tudományos Kutatóhely, kutató. ORCID: 0000-0002-5979-3098

Az ellenséget nem bizonyos képességek szerint értékelik, hanem komplex egészként, rendszerként. Ezért azt vizsgálják, hogy a rendszeren belül mit kell pusztítani, ki- kapcsolni, gyengíteni ahhoz, hogy a rendszer ne működjön tovább megfelelően. A cél, hogy szétzilálják a rendszert, legyen szó kritikus infrastruktúráról vagy vezetés-irányításról. Ehhez a tevékenységhez felhasználhatnak kinetikus és nem kinetikus csapásokat is, amelyeket egyidejűleg, párhuzamosan végrehajtva megbénítják az ellenséget. [24]

Lehetségesnek tartják a megelőző csapást is, amennyiben világossá válik, hogy egy ellenséges támadás küszöbön áll. Valerij Geraszimov⁵ orosz vezérkari főnök szerint készen kell állni, hogy proaktívan semlegesítsék az országot érő fenyegetéseket. [25] Ennek során csapást mérnek az ellenség hadszíntéren levő, kritikus fontosságú katonai és polgári célpontjaira, amely arra készíti az ellenséget, hogy meggyengülve a terveit halassa el, vagy más – számára kedvezőtlenebb – formában legyen kénytelen megvalósítani, esetleg álljon el eredeti szándékától. [26]

A kritikus fontosságú célpontok az oroszok szerint azok, amelyek pusztulása vagy átmeneti működőképességvesztése következtében elvesztik a gazdaság feletti irányítást, visszafordíthatatlan kárt okoznak, sérül az ország területi integritása vagy a lakosság életfeltételeinek biztonsága jelentősen csökken. Katonai értelemben pedig olyan katonai, gazdasági vagy kettős célú infrastruktúrák, amelyek pusztulása vagy működésképtelensége az ellenség harcképességének a csökkenéséhez vezet, huzamosabb időre meggátolja az irányítást, a mozgékonyaság fenntartását, vagy a feladatok végrehajtásának az ellehetetlenülésével fenyeget. [27] Ezen fontos célpontok lehetnek: a parancsnokságok és vezetési pontok, a légi bázisok, a kikötők és logisztikai raktárak, fontos fegyverrendszerek (pl. ballisztikusrakéta-védelem, repülőgépművelet, repülőgépművelet, támogató eszközök (AWACS/AEW&C gépek, légi utántöltő repülőgépek, felderítő-megfigyelő rendszerek, műholdak). Célpontok lehetnek a civil kritikus infrastruktúra elemei is, beleértve az energetikai szektort, a szállítást (vasút, kikötők, repülőterek), a fontos ipari létesítményeket, valamint általánosságban a civil és a katonai információs és kommunikációs rendszereket. Ezek átmeneti vagy tartós kiesése rendkívül megnehezítené a hatékony támadó műveletek végrehajtását.

Ezen csapások feladata nem csupán az ellenség harcképességének csökkentése, hanem egyben a politikai döntéshozatal formálása is, hiszen az ellenség így kénytelen rosszabb feltételek mellett vívni a harcot, mint tervezte, ezért a konfliktus lelelelén elszenvedett súlyos veszteségek a helyzet átértékelésére, a konfliktus deeszkálására készíthetnek. E csapások lehetnek kisebb, bemutató jellegűek, amelyek célja a csapásmérés képesség demonstrálása, de nem feltétlenül akarnak komoly károkat okozni emberéletben vagy eszközökben.⁶ A következő lépcsőfok a korlátozott csapásmérés, amely során a katonai és katonai szempontból fontos polgári célok tényleges pusztítása történik. Végül pedig a tömeges csapás, amely során az ellenség harcképességét súlyosan csökkentő károk érik. Még ez a fázis is az elrettentés része, de egyben a nukleáris eszkalációs folyamat első lépcsőjének is tartják. [29] Az oroszok elfogadják, hogy ők a gyengébb fél az Egyesült Államokkal és a NATO-val szemben, ezért egy feltételezett konfliktus első napjait döntő fontosságúnak tartják. A kezdetben elért harcászati sikerek hatással vannak a későbbi eseményekre, ezért ekkor kell elérni azt a hatást, hogy a konfliktus gyorsan lezáruljon vagy Moszkvának kedvező feltételekkel folytatódjon. [30]

Fontos leszögezni azt is, hogy nem csupán kinetikus csapásokról van szó, az ellenség vezetési-irányítási rend-



10. ábra. Az orosz flotta egyik fő feladata a szárazföldi csapásmérés [28]

szere megtörhető, ha a parancsnokságokat rakétákkal támadják, de úgy is, hogy intenzív kiber- és elektronikus támadásokkal működésképtelenné teszik az információs és kommunikációs rendszereket. Ezt „elektronikus pusztításnak” nevezik, amelyet a kinetikus csapásokkal párhuzamosan hajtanak végre. [31] Emellett az információs hadviselés is fontos eleme a műveletnek, amely az ellenség politikai vezetőinek, lakosságának és fegyveres erejének morálját hivatott szétzilálni. [27] Érdemes megfigyelni, hogy a harci kedv csökkentése vagy elvétele önmagában is megjelenik, jelezve, hogy a különböző műveleti terek között a kognitív tartomány talán a legfontosabb, hiszen ennek formálása alapján befolyásolja a fizikai térben történő valós eseményeket.

A fent említett csapások végrehajtásához Oroszország jelentős és változatos eszköztárral büszkélkedhet. Ezek közül a legfontosabbak a különböző felszín-felszín rakéta-rendszerek, amelyek valószerűleg döntő részt vállalnának a csapásmérésben. E rakétarendszereknek vannak szárazföldi és tengeri indítású változatai, köztük pedig megtalálhatók a ballisztikus rakéták, a manőverező robotrepülőgépek (cirkálórakéták), de ide sorolhatjuk a szárazföldi erők rakétatüzérségét is, amely az olyan eszközökkel, mint a Szmercs⁷ rakéta-sorozatvetők, akár 90 km-es lőtávolságig is képesek a csapásmérésre. A felderítő-tűz koncepció a szovjet idők óta fejlődik, ennek során valós időben történik a felderítés, amely adatok alapján adják ki a tűzigénylést, és rövid időn belül megtörténik a tűzmegnyitás nagy lőtávolságú, precíziós eszközökkel, majd pedig a hatás vizsgálata. [32] Ennek megvalósítása érdekében többféle szenzort sikerült a rakétafegyverekhez integrálni, köztük drónokat, radarokat és más megfigyelő eszközöket. [33]

Napjaink egyik legkorszerűbb eszköze a 9K720 Iszkander-M rövid hatótávolságú ballisztikus rakéta. A 400–500 km hatótávolságú eszköz egy 450–700 kg-os hagyományos (romboló, kazettás, termobarikus), vagy nukleáris robbanófejet juttathat célba 2–10 méter pontossággal. A robbanófej a végső megközelítési fázisban manőverezésre képes, ezért az elfogása nagyon nehéz. Az indítás önjáró eszközzel történik, amely két rakétát hordozhat, ezért a felderítése sem könnyű. Elkészítették az Iszkander-K cirkálórakétát is, amelynek hatótávolsága némileg hosszabb. [34] A Kinzsál légi indítású ballisztikus rakéta – amely hiperszonikus képességekkel rendelkezik – is az Iszkander-M-en alapul, amelynek hordozó eszköze egy átalakított Mikojan-Gurjevics MiG-31K vadászgép





11. ábra. Egy Tupoljev Tu-160-as bombázó egy Szuhoj Szu-30-as kíséretében indít egy Kh-55-ös robotrepülőgépet egy szíriai célpont ellen [37]

vagy a Tupoljev Tu-22M3 bombázó. A hatótávolsága elérheti a 2000 km-t, sebessége a 10 Mach-ot. [35] Az Iszkander-M hajók ellen is alkalmazható változata már tervezés alatt áll. [36]

A ballisztikus rakéták mellett fontos csapásmérő eszköznek számítanak a cirkálórakéták, amelyek között vannak szárazföldi célpontok, illetve felszíni hajók ellen bevethető változatok is. Közülük napjainkban a Kalibr fegyverrendszer tagjai a legelterjedtebbek. Már fejlesztés alatt áll, és elvileg működőképes a 3M22 Cirkon hiperszonikus rakéta, amely része azon új fegyverprogramoknak, amelyeket az amerikai rakétavédelmi rendszer semlegesítésére hirdettek meg. A rakéta kb. 1000 km-es hatótávolsággal rendelkezik, hordozhat hagyományos és nukleáris robbanófejet is. Az eszköz ellen történő védekezést rendkívül megrehezíti, hogy a hangsebesség nyolcszorosával képes repülni. A fegyverrel a jövőben várhatóan felszerelik a felszíni hajókat és a tengeralattjárókat is. [38]

A cirkálórakéták célba juttatásában az orosz flotta fontos szerepet játszik, amelynek egyben a szárazföldi csapásmérés az egyik legfontosabb feladata. Ehhez szinte az összes egységet felszerelték ezen eszközökkel, így például a kisebb korvettek vagy fregattok is komoly rakétafegyverzetet kaptak, illetve az eszközökkel a korszerűsítésen áteső régebbi rombolók fegyverzete is kibővül. [39] Kiemelendő a cirkálórakéta-hordozó tengeralattjárók, amelyekből jelenleg az Oscar II (Projekt 949A Ante) és Szeverodvinszk-osztályú (Projekt 855 Jaszeny és Jaszeny-M) hajókat kell megemlíteni. Ezek az egységek viszonylag észre-

12. ábra. Az új Jaszeny-osztályú tengeralattjárók az ellenséges hajókra és tengeralattjárókra a saját partoktól távolabb is fenyegetést jelentenek [41]



vétlenül képesek megközelíteni a célpontokat és rakétaikkal csapást mérni szárazföldi célokra, vagy flottakötelésekre. Ellentétben a korábbi prioritásoktól, úgy tűnik, hogy a tengeralattjárók esetében a szárazföldi csapásmérés előtérbe került a hajó elleni feladatokkal szemben. A modernizált Oscar II-eseken 72 db Kalibr, Cirkon rakéta vagy P-800-as hajó elleni rakéta áll majd rendelkezésre, a Jaszeny-M esetében pedig 32 db rakéta, amelyek egymás után gyorsan indíthatók a függőleges vetőcsövekből. A felújított Akula-osztályú vadász-tengeralattjárók [40] és a Kilo- és Lada-osztályú dízel-elektromos egységek is képesek a Kalibr rakéták célba juttatására.

A szíriai harcok alatt az orosz flotta demonstrálta csapásmérő képességét, felszíni hajókról és tengeralattjárókról is indítottak rakétákat. [42] Az orosz rakéták nagy hatótávolsága miatt a legvalószínűbb forgatókönyv, hogy a felszíni egységek hazai vizekről indítanak azokat, mivel a Barents-, a Balti-, a Fekete-, vagy a Kaszpi-, az Ohotszki- és a Japán-tengerről is elérhető a hadszíntereken lévő célpontok többsége. Másrészt a felszíni egységeknek – a NATO nagyon erős légi és haditengerészeti képességei miatt – nagyon veszélyes lenne távolabb merészkedni a saját partoktól, hiszen az felesleges kockázatot jelentene. Ezért – talán a tengeralattjárókat leszámítva – háború esetén az orosz flotta megmaradna a saját partok közelében.

A cirkálórakéták kiemelt szerepet kapnának a megelőző vagy kezdeti csapásmérő műveletekben, mivel nagy távolságból, nagy pontossággal, tömegesen és biztonságosan alkalmazhatók. Nem véletlen, hogy az amerikai légierő is a fontos fenyegetések között tartja számon a tömeges cirkálórakéta-támadást. Az olyan eszközöket pedig, mint például az amerikai haderőben és a NATO-ban egyre inkább elterjedő F-35-ös vadászbombázót jóval egyszerűbb a légi bázisokon vagy a repülőgép-hordozókon elpusztítani, mint a levegőben leküzdeni. Ugyanez a módszer igaz például a logisztikai bázisokra és az előre telepített készletekre is. Lényegesen egyszerűbb egy zászlóalj vagy egy dandár előre telepített nehézfelszerelését a hangárokból és deponókban elpusztítani, mint a harctéren megütközni velük. Hiába dobják át a kezelőszemélyzetet gyorsan légi úton, nem lesz felszerelés, az új felszerelés átszállítása pedig lényegesen több időt vesz igénybe, és jelentős szállítókapacitást foglal le.

Az amerikai felszíni hajók, valamint tengeralattjárók is rendelkeznek Tomahawk robotrepülőgépekkel, amelyekkel elérhetik az Oroszország területén található fontos politikai, gazdasági és katonai célpontokat is. Emellett az ellenséges tengeralattjárók valószínűsíthető célja a „bástya védelemben” történő bejutás lehet, ahol eszkaláció esetén megsemmisítenék az orosz ballisztikusrakéta-hordozó tengeralattjárókat. Ezért az ellenséges tengerészeti egységek pusztítása ugyancsak kiemelt feladat lehet, amely a szárazföldi telepítésű légierőre és a tengeralattjárókra várna, hogy támadó módon, a saját partoktól nagy távolságra megakadályozzák az indítást a hordozóeszközök elsüllyesztésével.

Az orosz légierő és a kozmikus csapatok is képesek lehetnek csapásmérésre a konfliktus kezdeti szakaszában. A 2010-es évek során a harci gépek többségét lecserélték, túlnyomó többségben a Szuhoj Szu-30/34/35 (NATO-kód: Flanker) család tagjaira, s így a korszerű és többfeladatu típusok egyre nagyobb számban jelennek meg. Oroszország rendelkezik még stratégiai bombázókkal – a Tupoljev Tu-95-ös és a Tu-160-as, valamint a kisebb Tu-22M típusokkal –, amelyek alkalmasak cirkálórakéták bevetésére szárazföldi vagy haditengerészeti célpontok ellen. Ezek az erők elméletben a konfliktus legelején képesek lehetnek súlyos károkat okozni, de figyelembe véve a potenciális



13. ábra. A Szuhoj Szu-57-es harci gép légierőbe történő rendszerbe állítása fokozatosan halad [43]

ellenfelek erős légvédelmét és légi erejét, a konfliktus további szakaszában a szerző véleménye szerint inkább a standoff csapásmérésre hagyatkozhatnak. Kivételt inkább az alacsony észlelhetőségű eszközök jelenthetnek, amelyeket egyes felderített, nagy értékű és nagy megtérülési célpontok ellen, elfogadható kockázat mellett képesek alkalmazni. Ilyen eszközök a Szuhoj Szu-57-es, és a jövőben várhatóan megjelenő Szu-75-ös vadászbombázó, valamint az Sz-70 Ohotnyik felfegyverzett drón. A 2022-es ukrajnai háború eddigi (március) tapasztalatai azt mutatják, hogy az orosz légierő csupán mellékes szerepet játszik a műveletekben. Ennek okát további alapos elemzésekkel szükséges vizsgálni. A légierő szerepe érezhetően jóval korlátozottabb, mint a nyugati hadműveletek esetében szokásos, csapásmérés tekintetében azonban nagyobb mértékben támaszkodnak a harcászati ballisztikus rakéták, a manőverező robotrepülőgépek, valamint a tüzérség csapásaira.

Offenzív feladatok esetén a légierőnek mindvégig fontos szerepe lehet a felszíni haditengerészeti célok támadásában. Emellett a legfontosabb feladataik közé tartozhatnának a műveleti támogató légi hadviselési eszközök elleni

tevékenységek, mint például az E-3 AWACS és AEW&C gépek, az E-8 JSTARS, RC-135-ös és a tanker gépek, amelyek a nyugati elvek alapján tervezett légi műveletekben központi szerepet foglalnak el, elvesztésük nehezen pótolható, és alapjában fenyegeti a légi műveletek sikerét. Erre a célra szolgálnak a nagyon nagy hatótávolságú légi harc-rakéták, köztük a harci gépek többségén rendszeresített K-77M [45] és az új, még nagyobb hatótávolsággal rendelkező R-37M. Az R-37M maximális hatótávolsága 200–270 km között lehet, a fegyvert a Mikojan-Gurjevics MiG-31, Szuhoj Szu-35 és Szu-57 típusú repülőgépek fegyverzetébe integrálják, és segítségükkel biztonságos távolságból kiiktathatják a fenti nagy értékű célokat. [46] Ebben a szerepkörben ideális lehet majd a Szu-57-es, amely alacsony észlelhetőségű kialakításával nagyobb biztonságban közelítheti meg indítótávolságra a fenti célpontokat.

A légvédelmi egységeknek is vannak támadó jellegű feladataik. Például az amerikai felfogásban offenzív alkalmazásnak felel meg, ha még azelőtt elpusztítják a hordozóeszközt, hogy elindítja a fegyvereit. Az olyan nagy hatótávolságú

14. ábra. Az Sz-300-as és Sz-400-as légvédelmi rakéta-fegyverrendszerek nagy távolságból jelentenek fenyegetést az ellenség nagy értékű légi hadviselési eszközeire is [44]



volságú eszközök, mint az Sz-400-as rendszer 40N6 rakétái, amelyek 400 km-es hatótávolsággal rendelkeznek, alkalmasak támadásra. Ezek elsősorban a nagy méretű, nem manőverező, általában magasban és lassan repülő célokra jelentenek veszélyt. Azonban a légi műveletek szempontjából gyakran épp ezek a legértékesebbek, mivel bonyolult eszközökről van szó, amelyekből ráadásul kevés is van. Ilyenek a fent említettek kivül a B-52-es stratégiai bombázó, és a stratégiai szállítógépek, mint a C-5-ös, a C-17-es és az A400M is. Ezért ebben a helyzetben az Sz-400-as képességeit is jobban ki lehet használni. A „400 km-es sugarú buborékot” is ennek fényében érdemes vizsgálni, vadászrepülőgépre nem vezetnének tüzet ilyen távolságból.

Az olyan fejlett ellenfelekkel szemben, mint az Amerikai Egyesült Államok és a NATO – amelyek nagymértékben ráutaltak fejlett számítógépes és elektronikai rendszerekre –, az elektronikai hadviselés (EHV) lehetőséget ad arra, hogy Oroszország ellensúlyozza a hátrányát néhány területen. Ha képes a létfontosságú rendszereket rövid ideig vagy tartósan működésképtelenné tenni, illetve a fegyverrendszerek hatásosságát nagymértékben csökkenteni, akkor ezek az aszimmetrikus eljárások nem csupán kiegyenlítik az esélyeket, de az oroszok szerint erősokszorozó hatással is bírhatnak. [48] Az orosz rendszer kiemelten fontos elemei az elektronikai, és a kiberhadviselés. Az oroszok az EHV-t használják az ellenség rendszereinek a támadására, mint a rádiók, radarok, elektrooptikai eszközök, számítógépek, adattárolók vagy elektromos energiaforrások. A támadóműveletek fő célpontjai az ellenség vezetés-irányítása, valamint a fegyverrendszerek, illetve potenciálisan a védelmi ipar. A támadásban történhet elektronikai rombolás, vagyis a célba vett eszköz valóban tönkremegy; elektronikai lefogás, amikor az eszköz nem működik megfelelően; az ellenséges radarok rakétával történő pusztítása; illetve fals célképek és elektronikai környezet alkalmi vagy tartós generálása. [49] A GPS-jelek zavarására is képesek, amelyek nemcsak a tájékozódásban, hanem a precíziós fegyverek alkalmazásában is gátolja az ellenfelet. A Kraszuha-4 típusú mobil, földi, elektronikus hadviselésrendszert bevetették Szíriában, ahol sikerrel alkalmazták drónok és – az oroszok állítása szerint – amerikai cirkálórakéták ellen is. [50] AZ EHV csapatok – amelyek támadó és oltalmazó feladatokat látnak el – minden haderőnemnél, valamint vezérkar közvetlen alárendeltségben megtalálhatók. A szárazföldi erőknél például a jövőben minden gépesített lövész- és harcocsidandár, valamint -hadosztály kötelékében működik majd egy EHV század is. [49, 34. o.]

15. ábra. A legújabb Kraszuha-4 elektronikai hadviselési jármű képes zavarni az ellenség radarjait, kommunikációját és helymeghatározó eszközeit is [51]



16. ábra. Az orosz különleges erők alkalmasak szabotázs akciókra vagy fontos személyek elleni merényletekre, légi- és rakétacsapások irányítására az ellenség mélységében [53]

Az olyan eszköz, mint a Kraszuha-20, akár 400 km távolságból is képes lehet zavarni az E-3 AWACS-et, illetve más radarrendszereket is, továbbá alkalmas arra, hogy oltalmazzon olyan potenciális célokat, mint a vezetési pontok, légvédelmi egységek, csapatösszevonások vagy más fontos létesítmények. [52] Képes követni a jel forrását is, amelyet akár a légvédelmi ütegeknek is továbbítani tud, hogy tüzet vezethessenek rá.

Az offenzív képességek között ott vannak a különleges rendeltetésű erők (Войска специального назначения, röviden спецназ – Szpecnaz⁸) is. Ezek az erők képesek lehetnek akár már a tényleges harcok kirobbanása előtt felderíteni és preventíven támadni a fontos célpontokat, mint például a parancsnokságokat, a nagy értékű fegyverrendszereket, a katonai és politikai vezetőket, a logisztikai raktárakat és bázisokat, valamint a civil infrastruktúrát. Alkalmasak a légi és rakétacsapások irányítására is. Az általában végrehajtott támadások pedig a fizikai pusztításon túlmutató sokkhatást is képesek előidézni.

A cikksorozat második részében Oroszország A2/AD képességeinek offenzív szerepéről esett szó. Bemutattuk, hogyan lenne képes alkalmazni ezen képességeket és milyen műveletek révén lenne csökkenthető az ellenség csapásmérő képességének hatékonysága. A tanulmány befejező részében a védelmi jellegű feladatokról lesz szó, vagyis arról, hogy az orosz erők hogyan lennének képesek visszaverni az ellenség támadásait.

(Folytatjuk)

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [23] Forrás: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Army2016demo-075.jpg> (Letöltve: 2022.5.2.);
- [24] Michael Kofman et al., „Russian Military Strategy: Core Tenets and Operational Concepts”, CNA, Arlington, 2021: 15–17. https://www.cna.org/archive/CNA_Files/pdf/russian-military-strategy-core-tenets-and-operational-concepts.pdf; (Letöltve: 2022. 07. 13.);
- [25] Michael Kofman, „It’s time to talk about A2/AD: Rethinking the Russian military challenge” *War on the rocks*, 2019.9.5., <https://warontherocks.com/2019/09/its-time-to-talk-about-a2-ad-rethinking-the-russian-military-challenge/>, (Letöltve: 2021.12.6.);

- [26] V.I. Stucsinszki, M.V. Korolkov, Пути противодействия реализации концепции США и НАТО; ВОЕННАЯ МЫСЛЬ 2021/7: 46–47.;
- [27] Dave Johnson, „Russia’s Conventional Precision Strike Capabilities, Regional Crises, and Nuclear Thresholds” *Livermore Papers on Global Security*, (Center for Global Security Research), 2018: 53. <https://cgsr.llnl.gov/content/assets/docs/Precision-Strike-Capabilities-report-v3-7.pdf>; (Letöltve: 2022. 07. 13.);
- [28] „Пуск гиперзвуковой ракеты «Циркон» с борта фрегата «Адмирал Горшков» в Баренцевом море” készítette Минобороны России 2021.7.19. YouTube videó <https://youtu.be/JMw7DJovyM>; (Letöltve: 2022. 07. 13.);
- [29] Johnson, Russia’s Conventional Precision Strike Capabilities, pp. 48–51.;
- [30] John A. Tirpak, „Strategy & Policy: The Russian Way of War” *Air Force Magazine* 2021.10.7. <https://www.airforcemag.com/article/strategy-policy-the-russian-way-of-war/>; (Letöltve: 2021.12.6.);
- [31] Stucsinszki, Korolkov, Пути противодействия реализации концепции США и НАТО, p. 48–49.;
- [32] Lester W. Grau, Charles K. Bartles, *The Russian Reconnaissance Fire Complex Comes of Age*, <https://community.apan.org/wg/tradoc-g2/fmso/m/fmso-monographs/242709>; (Letöltve: 2021. 12. 8.);
- [33] Robert G. Angevine et al, *Learning Lessons from the Ukraine Conflict*, *Institute for Defense Analyses*, Alexandria, 2019, p. 8.;
- [34] 9K720 Iskander (SS-26), <https://missilethreat.csis.org/missile/ss-26-2/>; (Letöltve: 2021. 12. 7.);
- [35] Gareth Jennings, „Russia employs Dagger hypersonic air-launched missile for first time”, *Jane’s Defence Weekly* 30 March 2022, p. 4;
- [36] Anton Lavrov, Roman Krecul, Искандеры» не дают добро: новые ракетные комплексы защитят побережье России, <https://iz.ru/1040269/antonlavrov-roman-krecul/iskandery-ne-daiut-dobro-novye-raketnye-kompleksy-zashchitiat-poberezhe-rossii>; (Letöltve: 2022.1.26.);
- [37] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SU-30SM_escortant_un_Tu-160_qui_lance_un_missile_de_croisi%C3%A8re.png (Letöltve: 2022.2.18.);
- [38] Samuel Cranny-Evans, „Russia conducts first submarine test launches of Tsirkon hypersonic missile” *Janes*, <https://www.janes.com/defence-news/news-detail/russia-conducts-first-submarine-test-launches-of-tsirkon-hypersonic-missile>; (Letöltés: 2021. 12. 7.);
- [39] Jeffrey Edmonds, Michael Kofman, „Why the Russian Navy Is a More Capable Adversary Than It Appears”, *The National Interest* <https://nationalinterest.org/feature/why-the-russian-navy-more-capable-adversary-it-appears-22009>; (Letöltve: 2021. 12. 7.);
- [40] H. I. Sutton, „Russia Increasing Submarine Cruise Missile Capacity as US Navy Decreases Its Own”, *Rusi* <https://rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/russia-increasing-submarine-cruise-missile-capacity-us-navy-decreases-its-own>; (Letöltve: 2021. 12. 7.);
- [41] Forrás: https://en.wikipedia.org/wiki/Yasen-class_submarine#/media/File:K-560_«Северодвинск».jpg (Letöltve: 2022.1.26.);
- [42] Sam LaGrone, „Ship-launched Russian Cruise Missile Strike Part of New Aleppo Offensive”, *Usni News* <https://news.usni.org/2016/11/15/ship-launched-russian-cruise-missiles-part-new-aleppo-offensive>; (Letöltve: 2021.12.10.);
- [43] Forrás: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sukhoi_Design_Bureau_054_Sukhoi_Su-57_\(49581306507\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sukhoi_Design_Bureau_054_Sukhoi_Su-57_(49581306507).jpg) (Letöltve: 2021.12.10.);
- [44] <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8e/CombatVigil2018-11.jpg> (Letöltve: 2022.1.26.);
- [45] *Military Watch Magazine* „Russia Unveils Dangerous New K-77 Air to Air Missile For Su-57 Fighter: What Makes it a Game Changer?” <https://militarywatchmagazine.com/article/russia-unveils-dangerous-new-k-77-air-to-air-missile-for-su-57-fighter-what-makes-it-a-game-changer>; (Letöltve: 2021.12.10.);
- [46] „Air-to-air Long-range Missile RVV-BD”, *Tactical Missiles Corporation JSC* http://eng.ktrv.ru/production/military_production/air-to-air_missiles/air-to-air_long-range_missile_rvv-bd.html, és AA-13 ARROW / K-37/R-37 / RVV-BD, <https://www.globalsecurity.org/military/world/russia/aa-13.htm>; (Letöltve: 2021.12.10.);
- [47] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/df/92N6A_radar_for_S-400.jpg (Letöltve: 2021.12.10.);
- [48] Patrick Smith, „Russian Electronic Warfare - A Growing Threat to U.S. Battlefield Supremacy”, *American Security Project*, p. 3.;
- [49] Jonas Kjellén, „Russian Electronic Warfare - The role of Electronic Warfare in the Russian Armed Forces”; *FOI*; Stockholm, September 2018, p. 21–24.;
- [50] Roger McDermott, „Russia’s Electronic Warfare Capabilities as a Threat to GPS”, <https://jamestown.org/program/russias-electronic-warfare-capabilities-as-a-threat-to-gps/>; (Letöltve: 2021.12.15.);
- [51] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1RL257E_Krasukha-4.jpg (Letöltve: 2021.12.10.);
- [52] Petr Nikolajev, „Дотянемся и до АВАКСа”, <https://armystandard.ru/news/2020781134-FTx8l.html>; (Letöltés: 2021.12.14.);
- [53] <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b6/SAVX0309%281%29.jpg> (Letöltve: 2021.12.14.).

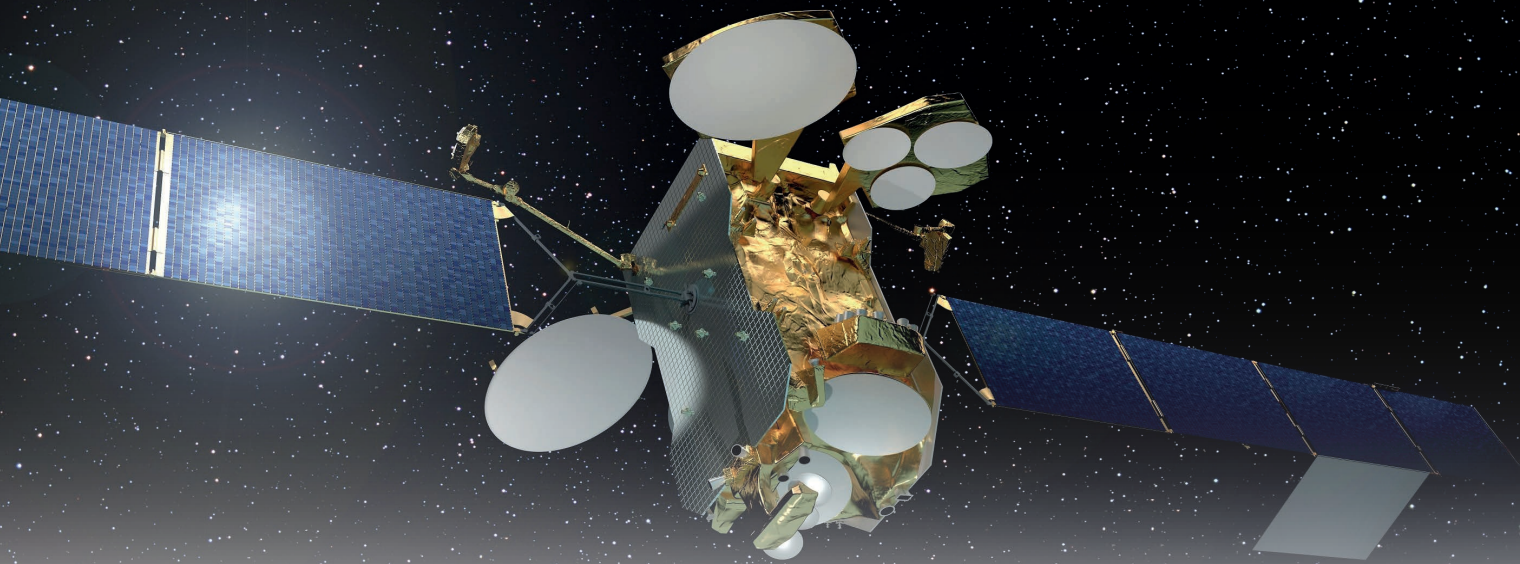
JEGYZETEK

5 Valerij Vasziljevics Geraszimov oroszországi katonai vezető, hadseregátbornok. (Kazán, Oroszország 1955. szeptember 8. –)

6 Valószínűleg a 2022-es ukrán invázió első napjaiban is ezt láthatuk.

7 A BM–30 Szmecs a Szovjetunióban az 1980-as években kifejlesztett gumikerekes, 300 mm űrméretű, 12 vetőcsővel rendelkező nehéz rakéta-sorozatvető. Az orosz szárazföldi erőknél az elmúlt években elkezdték leváltani a harcászokzt annak továbbfejlesztett változatával, a 9A52-4 Tornádóval (9A52-4 Торнадо).

8 A Szpecnaz (SZPECiálnovo NAZncsénija – különleges rendeltetésű erők) a különböző különleges rendeltetésű erők összefoglaló neve, amely sokszor igen eltérő képességeket takar. A legrészletesebb a GRU (katonai hírszerzés) alá tartozó felderítő dandárok, amelyek elit könnyűgyalogos erőként írhatók le. Rendelkeznek különleges műveleti képességekkel is. A haditengerészet saját Szpecnaz csoportokkal rendelkezik, amelyek tengerészeti műveletekre szakosodtak. A legnagyobb harcértéket a KSSO (különleges műveleti parancsnokság) jelenti, amely képességeiben hasonló az SAS-hez (Special Air Service) vagy a Delta Force-hoz. Emellett a belügyi erők és a hírszerző és elhárító szolgálatok is rendelkeznek saját különleges rendeltetésű alakulatokkal.



5. ábra. Az első Európában gyártott nagy teljesítményű távközlési műholdat – az Airbus által épített Eutelsat 172B-t – 2017 júniusában bocsátották fel, és jelenleg is Föld körüli pályán áll (Forrás: Airbus / az Airbus Helicopters engedélyével)

Dr. Gulyás Attila PhD*

Az 5. generációs telekommunikációs hálózatok fejlesztési irányai **II. rész**

Az ötödik generációs vezeték és vezeték nélküli hálózatok fejlesztésének kezdeti időszakában tartunk, így a szerző szerint indokolt a Nemzetközi Távközlési Egyesület Infokommunikációs Szakcsoportjának ajánlásaiban megfogalmazott hálózati paraméterek elérését lehetővé tevő műszaki eljárások vizsgálata arra az esetre is előkészítve, amikor a műholdas szegmensből érkező jelsorozat feldolgozása is sorra kerül. A szerző tanulmánya első részében bemutatta az 5. generációs hálózatok úrszegmensre történő kiterjesztésének egyes követelményeit, majd rövid fogalmi áttekintést adott a témában, a legfontosabb definíciókkal ismertette meg az olvasókat. A tanulmány második részében a hullámterjedés és a jelfeldolgozás többösszetevős egyenletrendszeréből kiemelve, az elektromágneses jelterjedésben megjelenő Doppler-hatást vizsgálja annak érdekében, hogy rámutasson a multipath terjedés és a jelkéleltetési időkből származó anomáliákra.

A DOPPLER-HATÁS BEMUTATÁSA

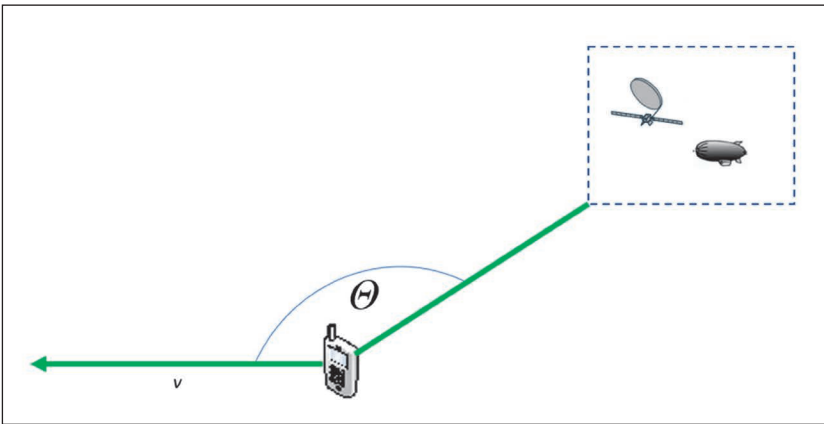
Már általános iskolai tanulmányaink során is átfogó ismereteket szereztünk a hozzánk közeledő vagy tőlünk távolodó, azaz a mozgó tárgyak, járművek által keltett hanghullámok (frekvenciakomponensek) emberi fül számára történő érzékeléséről. *Christian Doppler*⁴¹ 1841-ben jegyezte le a

később róla elnevezett jelenséget, érzékelve egy adott személy felé közeledő közlekedési eszköz által keltett hang hangmagasságának eltérését, majd mellettünk elhaladva a hangmagasság újbóli változását. Műszaki megközelítésben egy közeledő sugárzó forrás esetén a vevő mérőpontján a frekvenciaérték növekszik (a hullámhossz csökken), míg a sugárzó adó távolodása a vevő mérőpontjában frekvencia-csökkenést (hullámhossz-növekedést) eredményez [44][45][46][47].

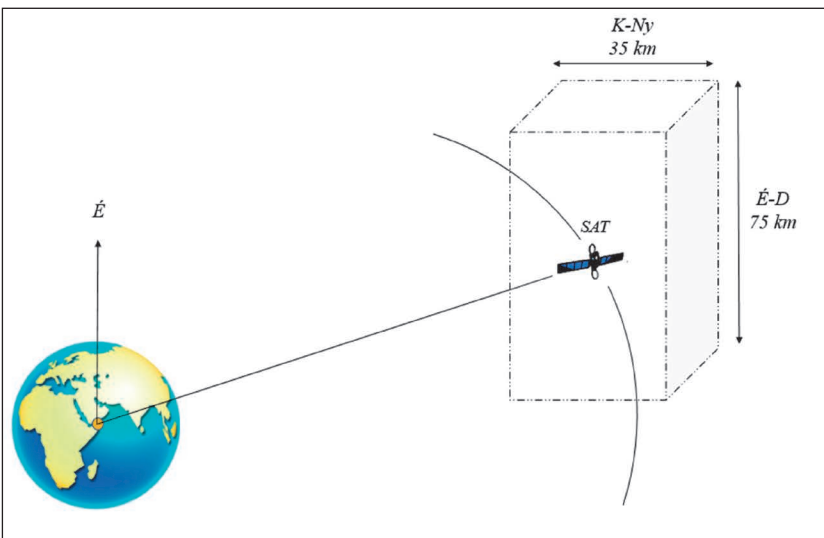
Ezen meghatározásokat átültetve vizsgált hálózatunkra, Doppler-hatásnak/-változásnak (*Doppler shift*) nevezzük a SAP elemek, a földfelszíni elemek (UE, GW, gNB) közötti, a meghatározott, állandó adófrekvencia-értéktől a vevőben mérhető eltérést, a frekvenciaváltozást. Ennek oka, hogy az úrszegmens elemei és a földfelszíni elemek, vagy akár mindkettő változó ritmusban (frekvenciával), mozgásban van. Ezen elmozdulások esetében folyamatosan (aperiodikusan) változó frekvenciaértékek mérhetők a berendezések vevőegységeiben. Ezeket az aperiodikus frekvenciaváltozásokat összefoglaló néven Doppler-frekvenciaváltozásnak (*Doppler Variation Rate DVR*) nevezzük [48].

Hálózatelemzési oldalról egyutas (*one way propagation*) terjedésnek a GW-SAP-UE (*Transparent payload*), vagy SAP-UE (*Regenerative payload*) közötti adatátvitelt tekintjük, ezekben a relációkban értelmezzük a jelváltozást. Kétutas (*round trip prop*) terjedésnek nevezi a szakirodalom a GW-SAP-UE—SAP-GW közötti adatátvitelt (*Transparent*

* Ezredes, Infokommunikációs főnök, NATO Közép-európai Hadosztály-parancsnokság, Székesfehérvár. ORCID: 0000-0001-5774-5757



6. ábra. Szögérték változása SAP és UE között, mozgás közben (A szerző szerkesztése a [65, pp. 26–27.] alapján)



7. ábra. A GEO pályaelmozdulása (A szerző szerkesztése a [65, p.29.] alapján)

payload), vagy a SAP-UE – SAP közötti átvitel (*Regenerative payload*). A későbbi számítások érdekében újra hangsúlyozandó, hogy a minimális eleváció a földfelszíni GW és SAP között 5° , a legkisebb rálátási szög SAP-UE között 10° . Belátható tehát, akár egyutas, akár többutas terjedést vizsgálunk, a Doppler shift és a jel DVR értéke többszörözős egyenletrendszerek alapján számítható [49]. Ennek oka, hogy egyrészt nem biztosíthatjuk, hogy a felhasználó (UE) statikus marad, másrészt a MEO/LEO/UAS/HAPS esetében mindenkor számítani kell az aperiodikus elmozdulásukból, az előzetesen csak soktényezős differenciálegyenletekkel számolható, a helyváltoztatásukból (horizontális és vertikális értelemben egyaránt) adódó DVR-re.

Ahhoz, hogy a SAP által érzékelt (földfelszínről kibocsájtott) elektromágneses impulzussorozat frekvenciáját a vételi helyen meghatározzuk, figyelembe véve a jelsorozat által megadni tervezett távolságot (út), máris számolnunk kell a Doppler shift-el. Ennek – földfelszíni és az űrszögmenzből érkező adás-vétel esetén – az általános számítási módja alapján (1. egyenlet) [65, p. 27]:

$$\Delta f = f_0 v \cos \frac{\theta}{c} \quad (1)$$

ahol f_0 a névleges adófrekvencia, v az UE mozgási sebessége, θ pedig a sebességvektor szögértéke UE és SAP között. A 6. ábra egyszerűsíti a megértést.

Δf értéke negatív előjellel értelmezhető, ha az adó- és a vevőegység távolodnak egymástól, míg pozitív az előjel, ha a hálózatsugárzók és vevőegységek közelítenek. Ezen frekvenciaváltozások alakulása, aperiodikussága adja a DVR értékét. Tehát a vételi pontokon a jelfeldolgozás magában foglalja mind a Doppler shift, mint a DVR számítási feladatait. Ezen értékek jó közelítéssel számíthatók ki a SAP helyzete, és az UE-k mozgásegyenleteinek az ismeretében.

E hatások tanulmányozásához célszerű azt az 5G NTN hálózatösszetevőt megvizsgálni, amely elméletben a leginkább statikusabb, pályaszámítások alapján együtt forog a Földdel. Ezek a GEO-műholdak. GEO esetében, ha mind a GEO-műholdat, mint a földfelszíni adó-vevőegységet statikusnak tekintjük, nem számolhatunk DVR-rel, hiszen – hangsúlyozottan elméletileg – mindkét hálózatelem (adó és vevő) stationárius. Ahogyan már a korábbi lábjegyzetben megjegyeztem, a GEO sem statikus, folyamatos mozgásban van saját tengelye és a Föld körüli – horizontális és vertikális – programozott pályaszögei (*trajectory*) tengelyvonalaiban, elsősorban a Nap és a Hold perturbációs hatásai, valamint a Föld gravitációs terének folyamatos változása miatt. A 7. ábrán a GEO-műholdak a valós fizikai hatások következtében történő mozgását mutatom be (sematikus, nem követve a valós geometriai és pályaméreteket).

Annak érdekében, hogy pontos számításokat kapjunk a későbbiekben, azt a kikötést kell tennünk, hogy a GEO-műhold – elmozdulásai során – az 5. ábrán bemutatott 35×75 km méretű területen mozog, amelyen belül a tengelypontok középvértékétől számítva az elmozdulás nem lépi túl a 6° -ot. A földfelszínen stationer módon telepített UE (V-SAT vagy kézi rádiótelefon, mozgás/elmozdulás nélkül) esetében a Doppler shift értéke 0,25 Hz az S-sávban és 2,4 Hz (20 GHz), valamint 4 Hz (30 GHz) a Ka-sávban [50]. Látható tehát, hogy a referenciaszámításokban a GEO-műholdaknak tulajdonított statikusság is viszonylagos, és a teljes, az 5G NTN-re vonatkoztatott hálózatszámítások értékénél ezen értékeket is figyelembe kell venni.

Földfelszínen mozgásban lévő UE és a GEO-műholdról érkező adatcsere, mint referencia szemléltetés esetén tételizzük fel, hogy az 5GN rádiótelefonunkkal a kezünkben egy gyorsvonaton ülünk, amely 500 km/h átlagos sebességgel közlekedik a Föld földrajzi hosszúsági⁴² (*longitude*) fok értékének mentén (É–D). Az 1-es képlet összetevőinek figyelembevételével a Doppler shift értéke az S-sávban (2 GHz-en) megközelítőleg 700 Hz, míg a Ka-sávban ~ 7 kHz (20 GHz-en) és ~ 10 kHz (30 GHz-en) [65 p.30.]. Belátható, hogy ez jelentős komputációs terhelést ró a mozgó rádiótelefon jelfeldolgozó egységére. Nagyobb UE mozgási sebesség esetén, például légi jármű fedélzetén üzemeltetett rádiótelefon-készülék adatátvitelével számolva ezen értékek duplikálására kell számítani. Általánosságban kijelenthető, hogy a Doppler shift értéke magasabb a



Adattábla		LEO01 (600 km)		LEO02 (1500 km)		MEO (10 000 km)		GEO-műhold 35 786 km	
Eleváció	Kapcsolat (Adó-vevő path)	Jelsorozat által megtett út (km)	Idő (ms)	Jelsorozat által megtett út (km)	Idő (ms)	Jelsorozat által megtett út (km)	Idő (ms)	Jelsorozat által megtett út (km)	Idő (ms)
UE 10°	SAP – UE	1932,24	6,440	3647,5	12,158	14 018,16	46,727	40 586	135,286
GW 5°	SAP – GW	2329,01	7,763	4101,6	13,672	14 539,4	48,464	41 126	137,088
90°	SAP – UE	600	2	1500	5	10 000	33,333	35 786	119,286

földfelszínen hosszanti (É–D irányú) mozgásban lévő UE jelfeldolgozásában mind az S-sávban, mind a Ka-sávban.

Vizsgáljuk most meg, MEO/LEO műholdak általi lefedettségi tartományon belül milyen értékekkel értelmezhető a jel útja, a Doppler shift és a DVR. Példánkban a LEO01 1600 km, a LEO02 1500 km, míg a MEO 10 000 km földfelszíntől mért magasságban kerül telepítésre. A már ismertetett és elfogadott elevációs szögeket (UE 10°, GW 5°) figyelembe véve, az 5. táblázatban szereplő adatokkal lehet számolni.

Látható, hogy a rögzített elevációs szög mellett, a kiterjesztett átviteli út nagyban növeli a jelkésleltetés időintervallumát, amely – szélsőséges esetben – olyan magas is lehet, hogy jelentősen növeli az adatfeldolgozó processzorok komputációs idejét, beleértve a COMSEC-INFOSEC feltételeknek való magas szintű megfelelést is. Ugyanakkor az is nyilvánvaló, hogy – összehasonlítva a GEO-adatokkal (a táblázatban zölddel jelölve) – a MEO/LEO műholdokról érkező, illetve a műholdak által feldolgozott jelek késleltetési ideje kisebb, mint a geostacionárius pályára telepített eszközöknek.

Most vizsgáljuk meg, mely geometriai számítások szükségesek MEO/LEO műholdak esetében a Doppler shift és a DVR értékének a meghatározásához. A 8. ábra (amely szematikus, nem követi a Föld és a SAP röppálya valós geometriai arányait) bemutatja az alapkonstellációt, ezzel megkönnyítve a számításokat.

Az UE szintjén mérhető Doppler shift meghatározásához az alábbi mennyiségeket kell figyelembe venni. UE és a SAT között értelmezhető irányvektor az \vec{UESAT} , a SAT sebességvektora \vec{v} (v a sebessége), ezen vektorok által bezárt szög θ . A h a műhold földfelszíntől mért (eseti) ma-

gassága, R értékét a Föld sugara adja (~6372,797 km átlagos sugár), míg a kisugárzott (adó)frekvencia értéke F_c (Tx), c a fény, mint elektromágneses hullám sebessége. A keresett érték az F_d frekvencia (Doppler shift), amely az alábbi matematikai összefüggéssel számolható (2. egyenlet) [65, p.35.][51].

$$F_d = \frac{F_c}{c} v \cos \theta = \frac{F_c}{c} v \frac{\sin \beta}{\sqrt{1 + \gamma^2 - 2\gamma \cos \beta}} \quad (2)$$

A megfelelő szögérték-számításhoz vezessük be az γ értékét, amely a fűldsugár és a műhold keringési magasság összegének valamint a fűldsugárnak a hányadosa, azaz az alábbi összefüggéssel értelmezhetjük (3. egyenlet) [65, p.35.][52].

$$\gamma = \frac{R+h}{R} \quad (3)$$

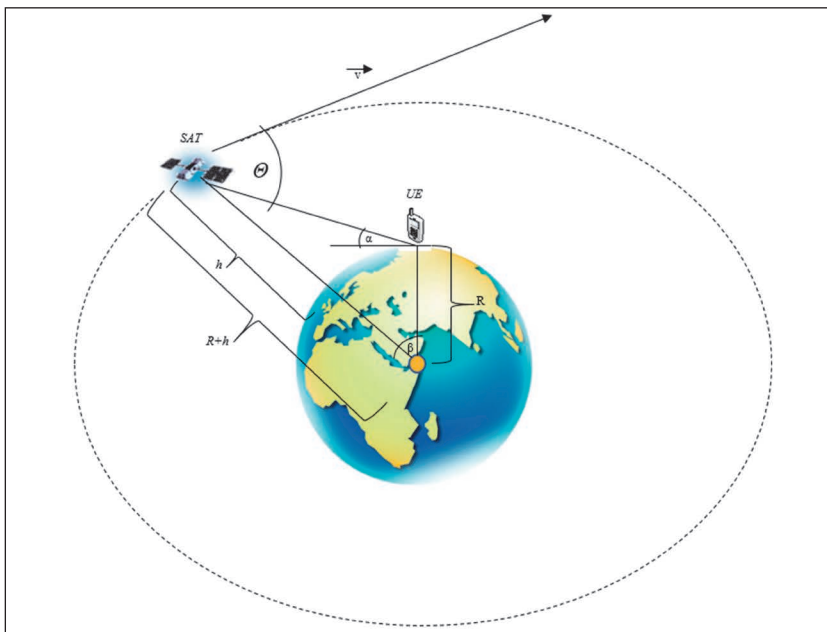
E matematikai számításokból nyilvánvalóvá válik, hogy a kézi terminál vételi helyén (UE) mérhető, az adófrekvenciától (F_c) való eltérést egyrészt a SAT adott időintervallumban értelmezhető geometriai helyzete, mozgási vektora és sebessége, másrészt az adófrekvencia terjedési úthossza, tehát ezen vektormennyiségek által bezárt szögek trigonometrikus számításai adják. A vizsgálatba vont műholdak átlagos sebessége LEO (600 km) esetén ~7,56 km/s, LEO (1500 km) esetén ~7,11 km/s, míg MEO (10 000 km) esetében ~4,93 km/s⁴³.

A műholdak mozgásegyenleteihez, pályadatainak számításaihoz tartozó iránymutatások megtalálhatók több forrásban is [53][54][55]. Ezek mélyreható bemutatását mellőzve megállapítható, hogy a Doppler shift értéke az üzemeltetési frekvencia (S-sáv vagy Ka-sáv) tartományokkal kalkulálva legfeljebb a ± 48 –225 kHz tartományba esik, míg a DVR értéke alacsonyabb az S-sávban sugárzó SAP-k esetében (6. táblázat).

Szoftverprogramozási feladat tehát, hogy az UE-k adó-vevő fokozatait a megfelelő érzékenységre tervezzék, szelektivitását növeljék annak érdekében, hogy tudják kezelni a különböző frekvenciasávokon továbbított jelsorozatokat adatfeldolgozási feladatait úgy, hogy a komputációs időintervallumokat a legkisebb értéken tartsák, figyelembe véve az úrszegmensben és az ionoszférában telepített berendezések adattovábbítási időintervallumait is.

Az S-sáv és a Ka-sáv frekvenciahasználata – jelazonosítás és feldolgozás, valamint komputációs tekintetben – kiegészül a földi telepítésű 5GN rendszerekből érkező információs csomagok feldolgozási igényével, hiszen az 5GN és

8. ábra. Geometriai áttekintés Doppler-komputációhoz (A szerző szerkesztése a [65, p.35.] alapján)



Frekvencia (GHz)	Doppler shift	DVR	SAP
2	± 48 kHz	-5,44 Hz/s	LEO01 (600 km)
20	± 480 kHz	-5,44 kHz/s	
30	± 720 kHz	-8160 Hz/s	
2	± 40 kHz	-180 Hz/s	LEO02 (1500 km)
20	± 400 kHz	-1800 Hz/s	
30	± 600 kHz	-2700 Hz/s	
2	± 15 kHz	-6 Hz/s	MEO (10 000 km)
20	± 150 kHz	-60 Hz/s	
30	± 225 kHz	-90 Hz/s	

az 5G NTN olyan hibrid hálózatot alkot, amelyen belül az adatérzékelésnek, adatfeldolgozásnak nagy mértékben automatizált folyamatnak kell lennie, figyelemmel az ITU-R ajánlásokban megadott időintervallumokra. Ezen követelményeket csak fázisvezérelt antennarendszerekkel, speciális, pontosan méretezett, fejlett modulációs-demodulációs képességgel rendelkező kéziterminálok képesek megvalósítani.

Katonai műveletben valós harctámogató értékkel bírhat katonai feladatra tervezett MEO/LEO, vagy – eseti jelleggel – UAS/HAPS-nak a műveleti terület feletti telepítése annak érdekében, hogy egy meghatározott terepszakasz 5GN lefedettsége biztosított legyen, és a katonai hálózatelérés ne legyen függő, elsősorban a polgári szolgáltatók által biztosított hálózatelemek rendelkezésre állásától.

Fókuszáltnak a legvalószínűbb katonai műszaki megoldásra, a katonai UAS/HAPS alkalmazásokra a pályamagasság-értéke (h) 8–50 km, stacionárius telepítésű, azaz a Föld egy adott pontjáról statikusnak látszik. A lefedettségi tartománya (legfeljebb 200 km) cellákra osztható és az UE-k elevációja (SAP és az UE közötti irányvektor (α), valamint a földfelszínre vonatkoztatott egyenes szögeltérése) minimum 5° , amely jóval kedvezőbb értékeket is felvehet, lévén az ionoszférikus platform (pl. ballon) az adott harctérület felett kerül telepítésre, valamint könnyen áttelepíthető. Természetesen e platformok stacionárius, rögzített helyét is érdemes megkérdőjelezni ugyanúgy, mint a GEO-műholdak esetében: feltételezzük hát, hogy egy adott zónában, adott pályáiban mégis van némi mozgási tartományuk. E tartományon belüli mozgási sebességüket számoljuk az átlagos 15 m/s értékkel.

Ez esetben a Doppler shift értéke az S-sávban ~100 Hz, míg ~1000–1500 Hz a Ka-sávban. Számítások alapján, a földfelszíni UE (pl. harcjármű mozgása az ionoszférikus platform lefedettségi celláiban) ± 185 Hz Doppler shiftet érzékelhet, míg a DVR értéke igen alacsony marad (0,0025 Hz/s) [56]. A terjedési időintervallumok tekintetében (5° elevációs szög és 200 km lefedettségi területtel számítva), ahol a földfelszíni UE és akár a GW is a lefedettségi tartományban üzemel, az egyutas terjedés idejét ~1,5 ms tehetjük. Belátható, hogy a katonai alkalmazásokban UAS/HAPS telepítése jelentős előnnyel jár a műveleti terület lefedettségére, jelfeldolgozásra, ezen keresztül a műveleti tempó felgyorsítására, megszerelve egy alacsonyabb szintű függést a földfelszíni szolgáltatók szolgáltatás-biztosításától, a polgári hálózatok rendelkezésre állásától.

ÖSSZEFOGLALÁS

A telekommunikációs technológiák robbanásszerű fejlődése, az ezzel alig-alig lépést tartó szabványosítás, szabályozás újszerű megoldásokat kényszerít ki a hálózatfejlesztő mérnökök és technikusok részéről. Ezen fejlődés igénye nemcsak az 5GN földi szegmensében produkál jelentős

mértékű műszaki előlépést, de – párhuzamosan az 5GN kiterjesztésének a szükségességével – egyre inkább megjelenik *state-of-the-art* technológiák szinte kizárólagos birtoklásában vezető szerepet betöltő, abban profitorientáltan érdekelt üzleti vállalkozások portfóliójában is. Polgári vállalkozások területén a 3GPP az élenjáró ezen újabb (földfelszín és az űrszegmenst, valamint az ionoszférát lefedő) szabályozást igénylő szakterületen, és megpróbálja átfogó módon megszerezni és szabályozni a GEO/MEO/LEO, az UAS/HAPS és UE egységek üzemmódjait mind a *transparent*, mind a *regenerative* üzemmódokban.

A globális szinten is mérvadó kereskedelmi vállalkozás előjelzései alapján [57] évtizedünk közepére – ezúttal kizárólag az okostelefonok, tabletek piacára fókuszálva – a 2020-ban a forgalomba helyezett és üzemeltetett mennyiségről kiindulva, darabszámokat tekintve 45%-os növekedés tervezhető elő. Átlagosan 21 Gb/hónap adatmennyiség forgalmazásával lehet tervezni, amely a 2018-ban az egy készülékre jutó adatforgalmazási mennyiség négyeszerese. Ezen okoseszközök adatforgalma generálja majd a teljes mobiladat-csere 95%-át, köszönhetően a *social networking/media* térnyerésének, ugyanakkor beleszámolhatjuk az *IoT* és *M2M* rendszerek adatforgalmának a dinamikus növekedését is. Ebből a nézőpontból vizsgálódva, a széles körű szolgáltatáselérés és az állandóan magas szolgáltatási minőség biztosítása (QoS) jelentős kihívásként jelentkezik a hálózattervezőknek, ezen a jelenleg még kevésbé szabályozott szakterületen is.

E tudományos közleményben – e fenti jövődőlés műszaki tartalmának a biztosítása érdekében de a teljesség igénye nélkül – célom volt bemutatni az 5G NTN hálózat jelen kialakítását és a rendszerparaméterek közül önkényesen kiválasztva, a Doppler shift, valamint a DVR értelmezését, hatásainak pontos feltérképezését annak érdekében, hogy katonai alkalmazások esetén legyen kiinduló ismeret-halmazunk ezen hatások mitigálására. Belátható, hogy a SAP és az UE paramétereinek (mozgási sebesség, telepítési magasság, eleváció, jelút, Doppler shift és DVR) ismeretében könnyedén számíthatók a rádióforgalmi rendszerek adatfolyamainak, jelsorozatainak alapösszetevői, ezen ismeretek birtokában pedig a hibrid hálózatunk bármely hardver vagy szoftver összetevője módosítható az üzemeltetők által, a nagyobb műveleti siker elérése érdekében.

E szegmens (műholdas és ionoszférikus) kutatása további erőfeszítéseket igényel, ugyanakkor a katonai alkalmazások közül – az infokommunikációs szakterületre fókuszálva, véleményem szerint – a leginkább inspiratív szakterület. Figyelemmel a NATO⁴⁴ bővítése és kapcsolódó ügynökségeinek dinamikus növekedésével megjelenő hálózati összekapcsolások igényére, a közös műveletek siker-letéményese a kölcsönösen összekapcsolt és illesztett, a kiterjesztett vezetés-irányítási hálózatok (C4ISR⁴⁵) folyamatos és átgondolt fejlesztése a műveleti helyzetkép (COP⁴⁶/NCOP⁴⁷) előállítására.

Katonai szempontokból vizsgálva a műszaki kihívásokat, a koherens telekommunikációs hálózatok hozzáféréseinek az igénye, valamint rendelkezésre állása a leginkább innovációigényes terület. Ennek kielégítése érdekében került tervezésre az 5G NTN, és ezen óriási műszaki kihíváshalmaz a leginkább ösztönző és – a polgári szegmensben – arányos a nagyobb üzleti sikerrel is (profitorientáció).

Miután a hidegháború lezárását követő időszakról, a polgári vállalkozások által tervezett és kialakított műszaki eljárások és eszközök térnyerését követően a katonai szakterület – a műszaki innováció területén – a háttérbe szorult, nyilvánvalónak tűnik a feladat: folyamatosan figyelemmel követni a műszaki startupok kutatás-fejlesztési irányait és



azt vizsgálni, hogy egy adott újítás milyen katonai előnnyel kecsegtetett annak műveleti interpretációja esetében.

Úgy vélem, hogy az 5G NTN hálózatok további vizsgálata, a lehetséges katonai alkalmazások feltérképezése és illesztése a már meglévő, üzemelő hálózatelemekhez, a polgári-katonai vegyes vállalkozások létrehozása, az innovatív szemlélet megalapozása a katonai infokommunikációs hálózatok tervezése, kialakítása, üzemeltetése folyamán egy átfogóbb szolgáltatáscsomagot biztosító, magas rendelkezésre állású, fizikai és logikai rétegszinten egyaránt variálható (*scalability*), nagy ellenálló képességű (*resilient*), hibrid hálózatot eredményez, amelynek fejlesztése alapvető nemzeti érdekünk. Ezen hálózati kapcsolatok nemcsak a szárazföldi távközlési rendszerek üzemét, de a légierő nagy adatátviteli sebességű hálózatait is képesek támogatni (*remote tower initiatives*) [58][59][60][61][62].

Hálózat alapú megközelítést alkalmazva, ezen innovatív szemléletet meghonosítva a szervezeti kultúrában – nem kizárólagosan az infokommunikációs szakterületen – szélesebb lehetőséget biztosíthatunk a Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájában [63], valamint Magyarország Nemzeti Katonai Stratégiájában [64] meghatározott biztonsági és védelmi célok elérése érdekében.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [44] „Doppler effektus”, Sulinet.hu <https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/fizika/fizika-9-evfolyam/a-hang-interferenciaja-elhajlasi-a-doppler-effektus/a-doppler-effektus> (Letöltve: 2021.12.30.).
- [45] Dr. Szalai Béla: *Fizika*, Műszaki Könyvkiadó 1966, p. 371–374.;
- [46] Warbletoncouncil „Doppler-effektus: leírás, képletek, esetek, példák”, <https://hu.warbletoncouncil.org/efecto-doppler-9111> (Letöltve: 2021.12.30.);
- [47] Skolnik: „Doppler Frequency Shift”, *Handbook of Mems for Wireless and Mobile Applications*, 2013. <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/doppler-frequency-shift> (Letöltve: 2021.12.30.);
- [48] Li, Zhao: „Radio environment map-based cognitive Doppler spread compensation algorithms for high-speed rail broadband mobile communications”, *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking* December 2012 DOI: 10.1186/1687-1499-2012-263. p. 12-13. <https://jwcn-urasipjournals.springeropen.com/articles/10.1186/1687-1499-2012-263> (Letöltve: 2022.1.12.);
- [49] Aragón-Zavala, Sesena-Osorio, Castanón: „Doppler Shift in a Radiating Cable System intunnel Environments: A Theoretical Analysis”, *Wireless Personal Communications* (2020) DOI: 1007/s11277-019-06833-w October 2019. In: https://www.researchgate.net/publication/336598011_Doppler_Shift_in_a_Radiating_Cable_System_in_Tunnel_Environments_A_Theoretical_Analysis (Letöltve: 2022.2.2.);
- [50] 3GPP „Service Requirements for the 5G System”, document TS 22.261 Release 17 March 2020.;
- [51] Sato: „Derivation of longitudinal Doppler shift equation between two moving bodies in a reference frame at rest using the particle property of photons”, *Honda Electronics Co. Ltd.*, p.4.;
- [52] Matthew Schwartz. „Lecture 21, The Doppler effect”, (Harvard University Scholar EDU, p.2). <https://scholar.harvard.edu/files/schwartz/files/lecture21-doppler.pdf> (Letöltve: 2022.2.3.);
- [53] Yun Chao Hu et al., *Mobile edge computing: a key technology towards 5G*, (ETSI, Sophia Antipolis, France, White Paper) https://www.etsi.org/images/files/etsiwhitepapers/etsi_wp11_mec_a_key_technology_towards_5g.pdf (Letöltve: 2022.2.2.);
- [54] „Trajectories and orbits”, NASA <https://history.nasa.gov/conghand/traject.htm> (Letöltve: 2022.2.7.);
- [55] Samuel D.Conte, „The Computation of Satellite Orbit Trajectories” *Advances in Computers*, Vol. 3, 1962, P 1-76, DOI: [https://doi.org/10.1016/S0065-2458\(08\)60617-8](https://doi.org/10.1016/S0065-2458(08)60617-8), (Letöltve: 2022.2.7.);
- [56] Jun. Du, et.el, „Secure Satellite-Terrestrial Transmission Over Incumbent Terrestrial Networks via Cooperative Beamforming,” in *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 36, no. 7, pp. 1367-1382, July 2018, DOI: 10.1109/JSAC.2018.2824623;
- [57] Ericsson corporations, *Mobility Report 2021*, <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report/reports/november-2021> (Letöltve: 2022.1.1.);
- [58] Palik Mátyás et al., *A repülésiirányítás alapjai*, (Budapest, Magyarország: Dialóg Campus Kiadó - Nordex Kft) 2018 p. 205.;
- [59] Somosi Vilmos, Vas Tímea, „A Magyar Honvédség légiforgalom-szervezési rendszere korszerűsítésének fő irányai”, *Repüléstudományi Közlemények* (1997) 2011, különszám pp. 1–11.;
- [60] Vas Tímea, Dr. Martin, Hromádka (szerk.), *Remote Tower Specifications in Deployable Airbases*, (EDIS Zilina University Publishers (2016) Zilina.), p. 137.;
- [61] Vas Tímea: „Műveleti repülőtér forgalmának irányítása virtuális felületeken”, *Hadmérnök* 2014/8 pp. 67–74.;
- [62] Vas Tímea: „The remote and mobile air traffic control tower and its possible application to the operational area”, *Journal of Defence Resources Management* 2014/2 pp. 147–152.;
- [63] 1163/2020 IV.21 Kormányhatározat), In: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A20H1163.KOR&xtreferer=00000001.txt> (Letöltve: 2022.2.5.);
- [64] 1393/2021 VI. 24 Kormányhatározat), In: <https://honvedelem.hu/hirek/nemzeti-katonai-strategia.html> (Letöltve: 2022.2.5.);
- [65] 3GPP Study on New Radio (NR) to Support Non Terrestrial Networks; document TR 38.811, Release 15.4.0 September 2020.

JEGYZETEK

- 41 Christian Doppler (1803–1853) osztrák fizikus. 1847–1849 között a Miskolci Egyetem jogelőd intézményében, a selmecebányai Bányászati és Erdészeti Akadémián a matematika, fizika és mechanika tanszék professzora volt.
- 42 Hosszúsági körök – meridiánok/délkörök, a két pólust (É-D) összekötő felületi görbék, félkörök.
- 43 A Föld forgási sebessége megközelítőleg 327 m/s a 45° hosszúsági fokon, és 464 m/s az Egyenlítőnél mérve.
- 44 NATO – North Atlantic Treaty Organization.
- 45 C4ISR – Command Control Communications Computer Intelligence Surveillance Reconnaissance.
- 46 COP – Common Operational Picture.
- 47 NCOP – NATO Common Operational Picture.



Dr. Palik Mátyas* – Dr. Rohács József**

UAV, UAS, RPA, drón, robotrepülőgép – új technológiák alkalmazása **I. rész**

Sajnálatos ugyan, de mostanában egyre több híradásban hallunk harcászati alkalmazott pilóta nélküli repülőgépekről, drónokról, robotrepülőgépekről. Ezeket – a ma már nagy jelentőségű – felderítő és harcászati eszközöket alapvetően az UAV (Unmanned Aerial Vehicle – ember nélküli légi jármű) alkalmazások elterjedéséhez kötik. Sokan az UAV-kezt a hétköznapi gyakorlatban előforduló drónokkal azonosítják, mivel azokat jobban ismerik.

Általános megfogalmazásban az UAV, mint kategória magába foglalja az összes légi járművet, függetlenül a felhajtóerő-termelés megoldásától, azaz e megnevezési körbe kell érteni a levegőnél könnyebb eszközöket, léggömböket is [1] [2] [3] [4] [5]. Kevesen gondolják, hogy az első UAV – egy hőlégballon – repülését Joseph-Michel és Jacques-Étienne Montgolfier¹ 1783. június 4-én nézők előtt mutatta be Annonay-ban (Franciaország) [6]. Az első katonai alkalmazásra Franz von Uchatius² hadnagy készítette hőlégballonbombát, amelyet von Radetzky marsall 1849-ben Velence ostrománál be is vetett, bár nem sok sikerrel. További érdekesség, hogy Alfred Nobel 1896-ban elsőként alkalmazott kamerát egy UAV-n, pontosan egy rakétára

szerezve azt, míg Nikola Tesla³ 1898-ban kiszélesítette az ember nélküli jármű fogalmát, mivel a Madison Square Gardenben bemutatta az első rádióvezérelt modellhajót [6].

Az igazi fejlődést talán az amerikaiak 1936-ban indított drónprogramja eredményezte. Az első fontosabb sikert már 1937-ben elérték, amikor a USN (United States Navy – az Amerikai Egyesült Államok Haditengerészete) Curtiss N2C-2 kétüléses tréner repülőgépét rádió-távírányítással szerelték fel. A gépet egy másik repülőgép fedélzetéről irányították. Az ember nélküli UAV-gépet légi célként használták, és sikeresen alkalmazták hajó elleni támadásra is [6] [7]. Ezzel megjelent a drónok távirányítású változata, az RPA (Remotely Piloted Aircraft – távolról irányított repülőgép) [6]. A XX. század végére igen sok UAV/drón jelent meg a katonai alkalmazásban, majd a 2000-es évek elejétől megkezdődött az eszközök civil felhasználása is.

A hétköznapiak során nem egyszerű követni és értelmezni, milyen sokféle elnevezést használnak a mai kis méretű, néhány ezer forintos gyerekkjátéktól kezdve a 10 millió dolláros drónig. Ez a rövid összefoglaló ismerteti az egyes elnevezések UAV, UAS, RPA, drón, robotrepülőgép, vagy szárnyas rakéta stb. jelentését és az adott eszközök alkal-

ÖSSZEFOGLALÁS: Elsőként a katonai alkalmazásban jelentek meg kisebb-nagyobb méretű, személyzet nélküli repülő eszközök, amelyek ma már az élet minden területén „kikövetelik” az alkalmazásukat, azonban nem egyszerű követni és értelmezni az alkalmazott sokféle megnevezést. Összefoglalónk ismerteti az egyes eszközfajták megnevezésének (UAV, UAS, RPA, drón, robotrepülőgép stb.) jelentését, és az adott eszközök katonai és civil alkalmazási lehetőségeit. A tanulmány az eszközök elfogadható magyar megnevezésének megadására törekszik, de a nemzetközileg elfogadott angol szakkifejezések és rövidítések ismerete és használata is javasolt.

KULCSSZAVAK: repülőeszköz, UAV, RPA, drón, robotrepülőgép

ABSTRACT: The smaller – greater unmanned aerial vehicles (UAV) were appeared firstly in military applications, that nowadays claim their implementation into all areas of life. There is not so easy to follow and understand their varied names. This short summary introduces the different names applied (UAV, UAS, RPA, drone, missiles, etc.) and their possible military and civilian applicability. The paper tries to define the Hungarian denominations, but it is recommended to know the international notably English professional names and abbreviation of the given vehicles.

KEY WORDS: aircraft, UAV, RPA, drone, cruise missile

* Ezredes, katonai repülési dékánhelyettes, egyetemi docens. NKE HHK Repülésirányító és Repülő-hajózó Tanszék. ORCID: 0000-0002-2304-372X
* Professzor emeritus. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Repüléstudományi és Hajózási Tanszék. ORCID: 0000-0002-4607-9063



mazási lehetőségeit, külön kitérve a katonai és a civil felhasználások körére. Az elemzés a repülőgépek osztályozása, a katonai alkalmazás céljai és a polgári felhasználási lehetőségek alapján kísérel meg egyfajta összegző szemléletet kialakítani annak érdekében, hogy az érdeklődő olvasók könnyebben eligazodjanak a személyzet/pilóta nélküli légi eszközök területén.

A REPÜLŐGÉPEK OSZTÁLYOZÁSA

A polgári repülésben, magyar nyelven a repülőgép fogalma a levegőnél nehezebb légi járművet jelent. A Repülési lexikon, szócikkében a repülőgépet úgy fogalmazza meg, mint „...merek szárnyú, a levegőnél nehezebb légi eszköz...” [8]. Az angol terminológia sem egyértelmű, hiszen az online elérhető angol–magyar szótár [9] az angol aircraft fordítására a függőleges fel- és leszállású repülőeszköz, légi jármű, repülőgép (szakkifejezés), és léghajó elnevezéseket kínálja fel. A SZTAKI (Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet) szótára [10] az aircraft, illetve az airplane szavakra egyaránt a repülőgép magyar megnevezést ajánlja fel. Ezek a meghatározások nincsenek összhangban a nemzetközi gyakorlattal, és nem adnak lehetőséget arra, hogy egy összefoglaló, átfogó névvel lehessen meghatározni a légi, repülő eszközök egyik legfontosabb és legnagyobb csoportját. (A Repülési lexikon meghatározása egyébként az angol airplane kifejezésre vonatkozik, és merev szárnyú repülőgépet jelent).

A repülőgép (aircraft) a levegő és a test kölcsönhatására keletkező felhajtóerőt használó, a levegőben mozgó, repülő szerkezet. A levegőnél könnyebb testek (léghajó, hőlégballon) az Arkhimédész törvénye alapján keletkező ún. statikus (a test térfogata által kiszorított levegő súlyával egyenlő) felhajtóerőt használják. A többi, levegőnél nehezebb eszköz a dinamikus felhajtóerőt alkalmazza, amely a test, vagy annak erre a célra kialakított része, jellemzően a szárnya körül kialakuló örvénylés (cirkuláció) hatására keletkezik. Az ilyen repülőgépek lehetnek merev szárnyúak (airplane), vagy forgószárnyúak (rotorcraft – azon belül a sokak által ismert helikopterek, vagy a több/multirotoros drónok). A repülőgépek mozgását vagy a légmozgásokat (szél, felfelé áramló levegő – a termik) kihasználó (vitorlázó repülőgép, siklóernyő stb.) vagy az ún. populációs rendszerek, vagyis hajtóművek (belső égésű motorok, gázturbinák és légcsavarok, forgószárnyak, gázsugarak) alkalmazásával létesített vonó-, tolóerőkkel biztosítják.

A repülőgépek a szerkezetük, méretük, a repülési sebességük, a repüléstechnikai megoldásaik, alkalmazási céljuk stb. alapján is osztályozhatók. Többek között a szárnyak száma és formája szerint léteznek: egyszárnyú, kétszárnyú (biplán), vagy akár törzs nélküli csupaszárnyú repülőgépek; a törzsből is lehet egy, vagy akár kettő is. Ugyanígy sokféle meghajtás létezik: egymotoros, kétmotoros, belső égésű motorral, egy, vagy több gázturbinával hajtott légcsavaros repülőgép, de működnek sugárhajtású vagy elektromos, illetve hibrid – elektromos hajtású repülőgépek is. Repüléstechnikai szempontból bizonyos gépek emelkedéséhez felszállópályára van szükség, mások akár helyből fel- és leszállhatnak, valamint léteznek olyanok is, amelyeket kaptulittal indítanak. Utóbbiak között a repülőgép-anahajókról indított harcászati repülőgépek, és a kisebb méretű pilóta nélküli repülőgépek is megtalálhatók, de az indítási módot tekintve léteznek kézből indítható eszközök is. A repülési sebességtől függően, vannak hangsebesség alatti (szubszonikus) és hangsebesség feletti (szuperszonikus) sebességgel repülő gépek. Katonai képességek alap-

ján a repülőgépek szállító, felderítő, elfogó, bombázó, kiképző, futár feladatokat látnak el. Persze ezek mellett léteznek civil teherszállító, utasszállító, mezőgazdasági, sport-, és egyéb más célú repülőgépek is.

Fontos kiemelni, hogy a rakéták nem repülőgépek, nem használják ki a levegő és a test kölcsönhatásai miatt keletkező felhajtóerőt, azokat csak hajtóművekkel létesített tolóerők mozgatják, bár irányításukra aerodinamikai erőket termelő kormánylapok szolgálnak. Ugyanakkor a repülőgépek és a rakéták között létezik némi átfedés, ezek közé tartoznak a robotrepülőgépek, amelyeket a közbeszédben gyakran szárnyas, vagy cirkáló rakétaként említenek, illetve a levegőben mozogva, dinamikus felhajtóerőt is használó úrrepülőgépek csoportjai alkotják. Fontos megjegyezni, hogy a szárnyas rakéta fogalom a felhajtóerő termelése szempontjából fontos – bár a nagy sebesség miatt eléggé kis méretű – szárnyakra utal. Ugyanakkor a hajtóművük levegőt használó, gázturbinás légcsavaros vagy sugárhajtómű, tehát nem rakétahajtómű. Ezért ezeket az eszközöket helyesen robotrepülőgépnek kell nevezni. [11]

Végül létezik még egy fontos osztályozási lehetőség, attól függően a repülőgép fedélzeten utazik-e repülőgépvezető, vagy sem, illetve, hogy a légi eszközt távolról irányítják-e, vagy autonóm üzemmódban (is) alkalmazható.

UAV, UAS, DRÓN

Az első, és talán általánosan használt rövid megnevezés, az UAV bármelyik – a fentebb osztályokba sorolt repülőgépre vonatkozhat, ha annak fedélzetén nem tartózkodik ember. Persze ez az elnevezés is megzavarhatja az UAV iránt érdeklődőket, hiszen a rövidítést sokan, sokféleképp értelmezik, úgymint Unmanned Aerial Vehicle, Unmanned Air Vehicle, Unmanned Aircraft Vehicle, Unmanned Aerospace Vehicle, Uninhabited Aircraft Vehicle, Unmanned Airborne Vehicle, Unmanned Autonomous Vehicle, Upper Atmosphere Vehicle [12]. (Az angol–magyar szótár [9] szerint aerial – légi; air – levegő, lég, de légi, légügyi is; aircraft – repülőgép; aerospace – légtér, repülőipar [de az angol definíció az aeronautics and space szavak összevonásával alkotott, az atmoszférában, azaz a levegőben és az űrben mozgó eszközök tervezésére, gyártására vonatkozó közös megnevezés, amely behozza az UAV-k körébe a repülőgépeket, a robot repülőgépeket <ide értve akár a lövedékeket, az űrsiklókat stb.>]; uninhabited – lakatlan; airborne – levegőben, levegőben lévő; autonomous – autonóm; upper atmosphere – felső légkör.)

A magyar nyelvben a jármű közlekedési, illetve szállítási eszköz. A polgári, más néven civil repülőgépeket szakmai körökben, a hagyományok szerint légijárműveknek nevezik (egybe írva). A légijárművek alkalmazásával megvalósul a levegőben történő közlekedés, azaz a légi közlekedés, amely, mint gazdasági ágazat már légiközlekedés, amelyekben légiközlekedési vállalatok dolgoznak. A katonai repülő eszközök között is léteznek szállítók, hagyományos repülőgépek, helikopterek, amelyekkel személyeket és terhet is szállítanak. A fegyverzet alkalmazására kifejlesztett repülőgépek (bombázók, harcászati repülőgépek, vadászrepülőgépek stb.) pedig hordozzák a fegyverzetet, a rakétákat, és katonai, harcászati feladatokat látnak el. Ezeket nem feltétlenül kellene légijárműveknek nevezni. Ugyanakkor a magyar gyakorlatban elfogadott a katonai légijármű fogalma, ezt mutatja, hogy a Magyar Honvédség Légijármű Javitóüzem forgó- és merevszárnyas, szállító és harci (vadász), valamint kiképző repülőgépek javításával

foglalkozik. (Az is igaz, hogy az angol elnevezésben is keveredik az aircraft és a vehicle szavak alkalmazása.)

Az UAV-k jelentős csoportját távolról irányítják, ezért elsősorban a polgári nemzetközi szervezetek, mint az ICAO (International Civil Aviation Organization – Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet), EASA (Civil Aviation Safety Authority – Európai Unió Repülésbiztonsági Ügynökség), Eurocontrol (The European Organisation for the Safety of Air Navigation – Európai Szervezet a Légi Közlekedés Biztonságáért) javaslatára bevezették az RPAS (Remotely Piloted Aircraft System – távolról irányított repülőgép rendszer) rövidítést. Ezt az angol–amerikai gyakorlat kissé egyszerűsítette a UAS (Unmanned Air/aircraft System – ember nélküli légi/repülőgép rendszer) fogalmával, valamint bevezette az UA (Unmanned aircraft – ember nélküli repülőgép) fogalmát.

A távolról irányított repülőgépeket RPA, vagy RPV (Remotely Piloted Vehicle – távirányításos jármű) betűszavakkal is szokták jelölni. Ez utóbbi fontos sajátossága, hogy az elnevezés, járműként kiterjedhet a földi és vízi eszközökre is, amelyeket szintén többféle mozaikszóval jelölnek. Például UAV/UGV (Unmanned Air / Ground Vehicle – ember nélküli légi/földi jármű), A-UGV (Autonomous UGV – autonóm UGV), UUV (Unmanned Underwater Vehicles – ember nélküli víz alatti járművek), AUV (Autonomous Underwater Vehicles – autonóm víz alatti jármű), USV (Unmanned Surface Vehicles – ember nélküli (víz)felszíni jármű).

Az UAV-eket a felszálló tömegük alapján is osztályozzák, amely szintén nem mutat egységet. A különböző nemzeti és nemzetközi szervezetek sok esetben egymástól eltérő osztályozást alkalmaznak. A legkisebb eszököket, amelyek tömege 100 gramm, legnagyobb geometriai mérete pedig 150 mm alatt marad, pl. a DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency – Fejlett Védelmi Kutatási Projektek Ügynöksége) meghatározása alapján [13] MAV-nek (Micro Air Vehicle – mikro légi jármű/repülőgép) nevezik. A gyakorlatban mikro repülőgépeknek tekintik a 120–150 gramm alatti, és a 250 mm-nél kisebb geometriai méretű repülő eszközöket. A MAV rövidítés pedig egyben a mini légijárműre is vonatkozik, amely felszálló tömegét 20 lb-ban, azaz közelítőleg 9 kg-ban határozzák meg [5]. Más esetekben a MAV (mint Miniature UAV) a 2 kg-nál kisebb felszálló tömegű légijárművet jelenti. Ebből kiindulva pl. a kanadaiak 2–25 kg közötti, az amerikaiak a 25 kg alatti felszálló tömegű járműveket nevezik SUAV-nek (Small UAV – kis méretű UAV).

Léteznek ma már akár egy grammnál kisebb tömegű, piciny repülőgépek is, amelyeket NAV-nek (Nano Air Vehicle – nano légijármű) szokás nevezni.

A 25 kg-nál kisebb felszálló tömegű, ember nélküli repülőgépek repülőgépeket SUAV-nak, míg az összes többit pedig UAV-nek nevezzük. Ezeket a fogalmakat a polgári alkalmazásokban is használják.

Elfogadott vélemények szerint az UAV alapvetően a katonai alkalmazásban használt fogalom, amely további rövidítésekben is megjelenik, például: TUAV (Tactical UAV – harcászati UAV), UCAR (Unmanned Combat Air Vehicle – ember nélküli harci légi jármű), UCAR (Unmanned Combat Armed Rotorcraft – ember nélküli harci fegyveres/felfegyverzett forgószárnyas repülőgép), UCARS (UAV Common Automated Recovery System – UAV egyesített automatikus visszatérítő rendszerrel), USD (Unmanned Surveillance Drone – ember nélküli megfigyelő drón), OPA (Optionally Piloted Aircraft – választhatóan irányított repülőgép) stb.

A drón (angolul hím ivarú méh/here) kifejezést már az 1930-as évek óta alkalmazzák a pilóta nélküli repülőgépek-

re. Az akkor még célrepülőgépként használt eszközök elnevezése valószínűleg az Egyesült Államok Haditengerészeti Kutatólaboratóriumának munkatársához, Albert Hoyt Taylor⁴, fizikus és rádiómérnökhöz köthető, aki biztos volt abban, hogy „azok számára, akik bármit is tudnak a méhekről, világos lesz a kifejezés jelentése. A drónnak van egy boldog repülése, mielőtt meghal” [14].

Érdemes megfigyelni, hogy a drón elnevezés gyorsan tért hódított. Elvileg következetesen drónnak lehetne/kellene hívni az összes civil alkalmazásra tervezett és alkalmazott ember nélküli repülőgépet, de ez a kifejezés használható akár a NATO I. osztályba tartozó katonai UAV-ekre is, mivel méretük és összetettségük nagyon hasonló a kereskedelemben kapható modellekhez, ezért hasonló megközelítést is igényelnek [15].

Sokan úgy vélik, a rakéták is az UAV-k csoportjába tartoznak, mint a robotrepülőgépek. Létezik azonban egy fontos és lényeges különbség az UAV-k és a rakéták között. Az utóbbiak rakétahajtóműveket használnak, azaz nem igénylik az égési folyamatokhoz a környező levegőt, ezért jellemzően nagyobb sebességgel haladnak, és akár nagyobb távolságra is eljuthatnak, valamint nem felszállnak, hanem indítják őket.

KATONAI UAV-ALKALMAZÁSOK

Az UAV-eket a kezdetekben alapvetően katonai alkalmazásokra tervezték [16]. Ezeket a repülőgépeket ma már a fegyveres erők haderőnein kívül a határ- és rendvédelmet megvalósító állami szervek is széles körben, és számos különböző célra használják. Osztályozásuk általában a maximális felszállótömeg, a repülési sebesség vagy hatósugár, a repülési magasság, továbbá a repülési időtartam szerint történhet. Számos szervezet különböző fajta osztályozást alkalmaz. A következő táblázatban a NATO által használt kategorizálás látható (1. táblázat).

A Class III osztályba tartozó UAS-ek elsősorban a hadszíntéri és az egyesített hadműveleti erők (Joint Task Force – JTF) parancsnokait támogatják nemzeti, többnemzeti, vagy összhaderőnemi műveletekben. A nagy repülési magasság és a nagy hatótávolság elérése miatt az ebbe az osztályba tartozó pilóta nélküli légijármű rendszerek légi alrendszerei, az UAV-k kivétel nélkül merevszárnyas repülőeszközök. A látóhatáron túli műveleteket általában többcsatornás, védett, műholdas adatátviteli rendszereken keresztül valósítják meg. A légi platformok méretei és repülési tulajdonságai miatt azok kiszolgálásához kiépített repülőterei infrastruktúra, merev burkolatú futópálya szükséges. A rendszerek úgynevezett távoli megosztott üzemeltetéssel (Remote-Split Operations – RSO) működnek. Ez a koncepció azt jelenti, hogy a kezelő és működtető állományt, valamint az eszközöket különböző funkcionális csoportokba osztják, akik földrajzilag elkülönített helyeken – a műholdas adatkapcsolat miatt –, akár másik földrészen is lehetnek. Az aránylag nagy repülési magasság részben biztosítja ezen eszközök biztonságos működését, viszonylagos védelmét a földi légvédelmi rendszerekkel szemben. Fontos tudnivaló, hogy ezeknek a kiemelt fontosságú repülőgépeknek az ára vetekedik egy komolyabb harcászati repülőgép árával. Értéke természetesen függ a fedélzeti felderítő, adatfeldolgozó és speciális önvédelmi rendszereitől. Az osztályt az alábbi kategóriák szerint osztályozzák:

A *csapásmérő/harci* (Strike/Combat) kategóriájú UCAV-ok, más néven harci drónok, olyan pilóta nélküli légi járművek, amelyek a hírszerzésen, a megfigyelésen, célfelderítés-



1. táblázat. A NATO UAS-ek osztályozása (A szerzők szerkesztése a [3; 510–511. o.] alapján)

Osztály	Kategória	Felhasználás szintje	Szolgálati csúcsmagasság*	Hatósugár	Elsődlegesen támogatott parancsnok	Példa
Class III (> 600 kg)	Csapásmérő/Harci (Strike/Combat)	Stratégiai/Nemzeti	65 000 láb MSL magasságig	Korlátlan (Látóhatáron túli)	Hadszíntéri	Reaper
	Nagy magasságú, hosszú repülési időtartamú (HALE – High Altitude Endurance)	Stratégiai/Nemzeti	65 000 láb MSL magasságig	Korlátlan (Látóhatáron túli)	Hadszíntéri	Global Hawk
	Közepes magasságú, hosszú repülési időtartamú (MALE – Medium Altitude Endurance)	Műveleti/Hadszíntéri	45 000 láb MSL magasságig	Korlátlan (Látóhatáron túli)	Egyesített hadműveleti	Heron TP
Class II (150 kg–600 kg)	Harcászati (Tactical)	Harcászati magasabbegység	18 000 láb AGL magasságig	200 km (Látóhatáron belül)	Hadosztály, dandár	Watchkeeper
Class I (< 150 kg)	Kis (Small >15 kg)	Harcászati egység	5 000 láb AGL magasságig	50 km (Látóhatáron belül)	Ezred, zászlóalj	Scan Eagle
	Mini (Mini <15 kg)	Harcászati alegység	3 000 láb AGL magasságig	Legfeljebb 25 km (Látóhatáron belül)	Század, szakasz, osztag	Skylark
	Mikro (Micro <66 J)	Harcászati alegység	200 láb AGL magasságig	Legfeljebb 5 km (Látóhatáron belül)	Szakasz, raj	Black Widow

* A repülési magassági adatokat a NATO-ban elfogadott formában, „láb” (foot) mértékegységben közöljük. (1 láb = 0,3048 m, vagyis pl. a 65 000 láb = 19 812 m közelítőleg 20 km, míg a 200 láb = 60,96 m). MSL – Main Sea Level: tengerszint feletti magasság (ez a magasság az angol megnevezés szerint az altitude). AGL – Above Ground Level: (repülési) magasság a földfelszín felett (az adott helyen a földfelszíntől mért magasság, amely angolul height).

sen és célponthelyesbítésen kívül precíziós fedélzeti fegyverzetet (lézervezérlésű, levegő-föld osztályú páncéltörő rakétákat vagy bombákat) hordoznak, általában külső függesztményként a földi célpontok támadásokhoz. Az UCAV-ok célpontjai leggyakrabban páncélozott harcjárművek, légvédelmi rakéta- és felderítő rendszerek, kevésbé megerősített épületek, egyes esetekben akár kiemelt fontosságú személyek is lehetnek. Ezek a drónok általában valós idejű emberi irányítás alatt állnak, különböző szintű autonómiával. Ellentétben a pilóta nélküli megfigyelő és felderítő légi járművekkel, az UCAV-okat dróntámadásokra és harctéri hírszerzésre egyaránt használják. A kategória talán legismertebb típusa a General Atomics MQ-9 Reaper⁵. (2. ábra) Elsődleges feladata a kritikus időérzékenyséigű célpontok szisztematikus felderítése és pusztítása, másodlagos feladata a hírszerzés.

A rendszer négy repülőgépből, egy földi irányítóállomásból és egy elsődleges műholdas adatkapcsolatból áll. Az integrált szenzorkészlet magában foglal egy mozgó célpontok felderítésére is alkalmas, szintetikus apertúrájú radart (Synthetic-Aperture Radar – SAR) és egy integrált egységet, amely elektro-optikai (Electro-optical – EO) és infravörös (Infrared – IR) szenzorokat, lézeres távolságmérő és lézeres célmegjelölő egységet tartalmaz. Az MQ-9 legénysége egy pilóta, és egy szenzoroperátor-pilóta.



2. ábra. A Royal Air Force MQ-9 Reaperje leszálláshoz közeledik az afganisztáni Kandahár repülőtérre (Forrás: defenceimagery.mod.uk)

A Reaper viszonylag alacsony sebességével (200–220 km/h) 14–28 órás repülési időtartamra képes, amely a csapásmérés mellett stratégiai felderítésre is alkalmassá teszi. A rendszer eredetileg az Amerikai Egyesült Államok fegyveres erőinek készült, azonban napjainkban már több külföldi nemzet haderejében is rendszeresítésre került. [4]

Az I. osztály második kategóriájába a nagy magasságú, hosszú repülési időtartamú (High Altitude Long Endurance – HALE) UAS-ek tartoznak. Jellemző példája ezeknek az



3. ábra. Egy RQ-4 Global Hawk pilóta nélküli repülőgép vontatása egy délnyugat-ázsiai hadszíntéren (Forrás: acc.af.mil)

eszközöknek a Northrop Grumman RQ-4 Global Hawk (3. ábra). Az RQ-4 széles spektrumú, és szisztematikus megfigyelést biztosít nagy felbontású mozgó céljelző (MTI – Moving Target Indication) képességgel bíró, szintetikus apertúrájú radarja és elektro-optikai/infravörös szenzorai lehetővé teszik a nappali/éjszakai, minden időjárási körülmények között történő felderítő és megfigyelő repüléseket.

A rendszer a „hagyományos”, és az ürtelepítésű felderítő eszközök által biztosított lehetőségeket kiegészítve nyújt folyamatos, közel valós idejű felderítési információt napszaktól és időjárástól függetlenül. Kiemelkedő repülési mutatói közé tartozik a több mint 14 000 km hatótávolság, a mintegy 60 000 lábat (18 000 méter) meghaladó repülési magasság, valamint a 34 óránál is hosszabb repülési idő. Szenzorai segítségével egy nap alatt közel 100 000 km²-nyi területet tud ellenőrizni. Adatátviteli rendszerének sajátossága, hogy az EO-/IR-, valamint SAR-képeket nem valós időben, hanem kisebb késleltetéssel, csomagokra bontva továbbítja a földi adatfeldolgozó rendszerhez. [4]

Ugyanezen osztály utolsó kategóriáját a közepes repülési magasságú, hosszú repülési időtartamú (Medium Altitude Endurance – MALE) UAS-ek teszik ki. Az osztály ismert tagja a 14 méter hosszú, az Israel Aerospace Industries által gyártott Heron TP (4. ábra) pilóta nélküli repülőgéprendszer, amely teljesen kompozit építésű repülőgép. A behúzható futómű háromkeres elrendezésű, amelyből két főfutó a farok alatt, egy orrfutó a törzs alatt található. A nagy belső térfogatnak és jelentős teherbírásnak köszönhetően az UAV különféle, akár 1000 kg tömegű rakományt képes szállítani. Biztonságát növeli a kettős automatikus fel- és leszállító rendszer. A törzs alatt található EO/IR/LRF elektro-optikai célzórendszer infravörös és nappali kamerákat tartalmaz, amelyek bármely fényviszo-

nyok között valós idejű képet adnak a felszínről. A lézeres távolságmérőt is tartalmazó hasznos teher felderítést, célzást és távolságmérést is biztosít. A Heron TP feladatai közé tartozik a tengerészeti megfigyelés, az elektronikai harcátmozgatás, az elektronikai és kommunikációs jelfelderítés, valamint a szintetikus apertúrájú radarral végzett felderítés. A hasznos terhek által gyűjtött valós idejű képi és telemetriai adatokat a műholdas kommunikációs rendszer segítségével továbbítja a földi irányító állomáshoz. A 883 kW-os (1200 LE-s) Pratt & Whitney PT6A-67A turbólégcsavaros motorral meghajtott Heron TP körülbelül 200 km/h sebességgel képes repülni, és akár 45 000 láb magasságot is elér. A drón maximális felszállótömege 5300 kg, és akár

4. ábra. IAI Heron TP statikus kiállítása az ILA 2018 Air Show-n (Forrás: Wikimedia Commons)





5. ábra. A WK450 Watchkeeper néven ismert RPAS repülési próbája a nyugat-walesi Parc Aberporth légtérben. Az eszköz lehetővé teszi a parancsnokok számára a célpontok észlelését és követését anélkül, hogy csapatokat kellene telepíteniük a veszélyes területekre (Forrás: wikipedia / Peter Russell LBIPP)

36 órát is képes a levegőben tölteni, bármilyen időjárás körülmények között. [17]

A Class II osztályba egyetlen kategória tartozik, a *harcászati UAV-k* (TUAV). A 150–600 kg maximális felszállótömegű légi járművek elsősorban a harcászati magasabbegységek, a hadosztályok, és a dandárok parancsnokait támogatják, akár nemzeti, vagy többnemzeti, összhaderőnemi műveletekben. A TUAV kategóriába tartozó eszközök egyik ismert példája a Watchkeeper WK450 (1. és 5. ábra), amely duál-szenzoros, minden időjárás körülmények között alkalmazható UAS. Az eszköz valós idejű légi felderítést tesz lehetővé a földi erők számára. A WK450-est a Thales UK az Elbit Systems-szel együtt, a Hermes 450 bázisán fejlesztette ki. A Watchkeeper UAV hírszerzési, megfigyelési, célpontmegjelölési és felderítési képességet biztosít a fegyveres erők számára. A Watchkeeper 6,5 méter hosszú, szárnyfesztávolsága közel 11 méter. Az utazósebessége közel 150 km/h, és 16 000 láb magasságban képes működni. Felszállótömege 485 kg; jellemzően 14 óras működési idővel rendelkezik, hasznos teherbírása 150 kg. Képes a földi irányító állomástól akár 150–200 km-re is üzemelni, és több állomás összekapcsolásával a hatótávolság tovább növelhető. Az elsődleges különbség a Hermes 450 és a Watchkeeper között az, hogy a 450-es típust csak EO-/IO-érzékelővel szerelték fel, míg a WK450 ezen kívül kétmódú, SAR-radarral és mozgó célkiválasztó rendszerrel rendelkezik. [18]

(Folytatjuk)

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Anis Koubaa and Ahmed Taher Azar (ed), *Unmanned Aerial Systems*, (San Diego, US: Elsevier Science Publishing Co Inc, 2021);
- [2] Tarryn. Kille, Paul R. Bates and Seung Yong. Lee, *Unmanned Aerial Vehicles in civilian logistics and supply chain management*, (IGI Global, 2019);
- [3] JAPCC, *A Comprehensive Approach to Countering Unmanned Aircraft Systems*, (Kalkar, Germany: JAPCC - Joint Air Power Competence Center, 2021);

- [4] Palik Máttyás (szerk.), *Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek*, (Budapest: Nemzeti Közszerzői Egyetem, 2013);
- [5] US DoD *Unmanned systems integrated roadmap FY2013 - 2038*, DoD USA - Department of Defense, United State of America, Washington, 2014.;
- [6] Consortiq, „A Not-So-Short History of Unmanned Aerial Vehicles (UAV)”, 2020. <https://consortiq.com/short-history-unmanned-aerial-vehicles-uavs/> (Letöltve: 2022.1.22.);
- [7] „N2C Fledgling”, 2022. <https://www.history.navy.mil/content/history/museums/nnam/explore/collections/aircraft/n/n2c-fledgling.html>. (Letöltve: 2021.12.14.);
- [8] Szabó József (főszerk), *Repülési Leexikon 1., 2.*, (Budapest: Akadémiai Kiadó, 1991). p. 624 és 604.;
- [9] „Angol – magyar szótár,” 2021. <https://angol-magyar-szotar.hu/>. (Hozzáférés: 2021.11.6.);
- [10] „SZTAKI szótár,” 2021. <https://angol-magyar-szotar.hu/>. (Hozzáférés: 2021.11.6.);
- [11] Berkáné Danesch Marianne, szerk., *Katonai terminológiai értelmező szótár*, (Budapest: Zrínyi Kiadó, 2015);
- [12] „Altigator, unmanned solutions” 2021. <https://altigator.com/en/drone-uav-uas-rpa-or-rpas/>. (Letöltve: 2021.11.6.);
- [13] Luca Petricca, Per Ohlckers and Christopher Grinde, „Micro- and Nano-Air Vehicles: State of the Art,” *International Journal of Aerospace Engineering*, Volume 2011, Article ID 214549, p. 17. <https://doi.org/10.1155/2011/214549>;
- [14] Hoyt Taylor, *Radio Reminiscences: A Half Century*, Washington D.C. U. S. Naval Research Laboratory, 1948. p. 342.;
- [15] Andreas Schmid and André Haider, „The Differences Between Unmanned Aircraft, Drones, Cruise Missiles and Hypersonic Vehicles Part. I. Chapter 2.,” in *A Comprehensive Approach to Countering Unmanned Aircraft Systems*, Kalkar, Germany, Joint Air Power Competence Centre, 2021. pp. 27–32.;
- [16] Matyas Palik és Mate Nagy, „Brief history of UAV developmen,” *Repüléstudományi Közlemények*, 2019. No. 1. pp. 155–166.;
- [17] „Heron TP (Eitan) MALE UAV,” 23 november 2020. <https://www.airforce-technology.com/projects/heron-tp-eitan-male-uav/> (Letöltve: 2022.1.12.);
- [18] CMS, „Watchkeeper Tactical UAV,” 7 July 2021. <https://www.army-technology.com/projects/watchkeeper/>. (Letöltve: 2022.1.12.);

JEGYZETEK

- 1 Joseph-Michel Montgolfier (Ardèche, 1740. augusztus 26. – 1810. június 26.) és Jacques-Étienne Montgolfier (Ardèche, 1745. január 6. – Neuchâtel, 1799. augusztus 2.) francia feltaláló testvérpár, az első hőlégballon megépítői.
- 2 Franz von Uchatius (Theresienfeld, 1811. október 20. – Bécs, 1881. június 3.) osztrák tűzértábornok és feltaláló.
- 3 Nikola Tesla (Smiljan, 1856. július 10. – New York, 1943. január 7.) szerb-amerikai fizikus, feltaláló, villamosmérnök, gépészmérnök, filozófus.
- 4 Albert Hoyt Taylor (Chicago, 1879. január 1. – Los Angeles, 1961. december 11.) amerikai villamosmérnök, aki jelentős mértékben hozzájárult a radarfejlesztéshez. (A szerk.)
- 5 Bővebben: *Haditechnika* 2022/1. szám; Vincze Gyula: Az MQ-9-es harci drón különleges képességei 32–35. o. DOI: 10.23713/HT.56.1.06

Figure 1. The Pandur II is an improved modular all-wheel-drive version of the Pandur 6x6 APC wheeled armoured vehicle. It was developed as a private venture by the Austrian company Steyr-Daimler-Puch Spezialfahrzeuge (Photo: Bundesheer / Kurt Kreibich)



Harald Poecher*

Current Trends in the Austrian Armament Industry

Although a small branch of the whole industry, due to excellent products it can survive on the market

After the Second World War (in 1955), Austria again became an independent state with its own armed forces. However, the Austrian armed forces have constantly suffered from a budget shortage since the beginning of their foundation. After regaining independence, the Austrian armed forces received different armament goods and weapon systems as a gift from the former

occupying powers. Thus, the need for an investment into new weapon systems always remained small.

After the regaining of independence, the defence industry in Austria started to develop again based on previously existing companies. From the beginning, the Austrian armament industry had to struggle with the small domestic sales market due to the low defence budget of the Austrian

ÖSSZEFOGLALÁS: Az Osztrák Köztársaság hadiipara a virágkorának tekinthető 1980-as években több mint 15 000 alkalmazottat foglalkoztatott a fegyvergyártásban, ami mára körülbelül 1500 főre csökkent. Ennek okait a belföldi kereslet hiányában, és a kiterjedt exportkorlátozások miatt zsugorodó piacon találhatjuk meg. Összességében a piaci réseket kihasználó, valamint a kettős felhasználású termékekkel együtt a teljes osztrák védelmi ipar gyártmányainak mintegy 90%-át exportálják, amely 2,5 milliárd eurós árbevételt jelent. A teljes biztonsági és védelmi iparág napjainkban összesen 32 000 főt foglalkoztat közvetlenül vagy közvetve.

KULCSSZAVAK: hadiipar Ausztriában, védelmi ipar, fegyverek és lőszer, kettős hasznosítású termékek, katonai járművek

ABSTRACT: The armament industry of the Republic of Austria from 1955 to the present day has been a small part of the country's industry, which employed more than 15,000 people in the production of weapons in its heyday in the 1980s, but today has only about 1500 employees due to a shrinking process resulting from the lack of domestic demand and extensive export restrictions. Overall, including niche products and dual-use products, around 90 percent of the products of the defence industry are exported, generating sales of 2.5 billion euros. In total, 32,000 people are employed directly or indirectly in the Austrian security and defence sector.

KEY WORDS: armament industry in Austria, defence industry, weapons and ammunition, dual-use products, vehicles for military purpose

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



armed forces and restrictive export regulations. Therefore, this branch of industry has always remained a small part of the overall economy compared to economically comparable countries. At its peak in the early 1980s, the Austrian defence industry employed around 15,000 people in the narrower sense. [1] Since the beginning of the 1990s, the Austrian defence industry has been in a constant process of shrinkage, so that at present this branch of industry is hardly or not at all noticeable in its core business of producing weapons and ammunition. All of the more than 100 Austrian companies in the security and defence sector, which include only a handful of manufacturers of weapons and ammunition (and the vast majority of which produce dual-use goods), generate annual sales of around EUR 2.5 billion with around 32,000 direct and indirect employees. With an export share of over 90%, the sector is at the forefront of the otherwise strong Austrian export economy. [2]

Most of the enterprises of the Austrian armament industry are organized in the “Austrian Security & Defence Industry Group – ASW”, which is a sub-organisation of the Austrian Federal Economic Chamber (WKO).

The basis for further explanations is a catalogue of the Austrian Chamber of Commerce on Defence and Security [3], which, in addition to the producers of armaments in the narrower sense, also includes companies that manufacture so-called dual-use products. In addition, Internet research and interviews with selected companies were also carried out by the author.

WEAPONS AND AMMUNITION

[3; p. 32, 59, 60, 65, 101, 105, 124, 138.]

Around eight companies produce weapons and ammunition in Austria. The internationally most successful company is Glock, which manufactures pistols and personal equipment in Deutsch Wagram. The export share is around 80%. Glock pistols are in use by army and police units around the world and the Glock product portfolio is characterized by the highest quality standards in manufacturing technology and flexibility in adapting to customer needs. A particularly important market for the company is the United States of America.

Another well-known company that manufactures weapons is Steyr Mannlicher in Steyr. The weapons factory in Steyr

Figure 2. Austria Arms is an exceptional arms dealer in Austria. The company is located in close proximity to GLOCK, which is one of the most popular small arm brands [5]



is one of the most important and innovative companies in this industry in Europe and produces pistols, sniper rifles, hunting rifles and assault rifles. The products of Steyr Mannlicher are not only valued in Europe, but also in Asia, Australia and Malaysia. The modern automatic military rifle has been introduced and is also manufactured there under license. With an export share of over 95%, Steyr Mannlicher is a global player in this segment. The military, police and other state security organizations around the world trust in the quality, precision and reliability of the products. (Figure 2.)

A company which must be included in this group is the company Voere, a medium-sized company from Kufstein in the Tyrole. For more than 60 years, Voere has been one of the most innovative companies in the fields of precision and weapons technology. The precision rifles developed and produced by the company enjoy a worldwide reputation. The precision rifles from Voere include the X3 and M2. Due to the modular design, practically all assemblies of the rifles can be modified user-specifically.

In the field of weapon manufacturers, Austria has the traditional company Hirtenberger Defence Systems, headquartered in Hirtenberg, which manufactures grenade launchers. (Figure 8.) In 2019, 100 percent of Hirtenberger was acquired by HDT Védelmi Ipari Kft. Company. The acquisition of Hirtenberger Defence was a vital cornerstone of the Hungarian Government’s strategy to develop and increase size of the Hungarian Defence Sector. HDT Védelmi Ipari Kft. Company maintained Hirtenberger Defence Group as it was and took full responsibility for all commercial operations and commitments to employees, customers, partners and suppliers. Hirtenberger Defence continues to operate from all its locations and carry the internationally well-known brand.

Ammunition is produced by Rheinmetall Munition Arges in Schwanenstadt, which produces hand grenades and above all 40 mm ammunition, and RUAG Ammotec Austria in Wr. Neudorf. Another company in the field of production of ammunition is Bowas-Induplan Chemie in Salzburg, which is an international, innovative and reliable plant construction company that plans, assembles and commissions plants for the explosives industry and associated auxiliary systems

Figure 3. Rheinmetall is supplying the South African military with new 40mm medium-velocity ammunition, underscoring its role as the world’s leading one-stop-shop for 40 mm ammunition systems [6]



worldwide. The company offers contemporary solutions for entire plant complexes and special sub-plants. Bowas-Induplan Chemie also builds systems for the dismantling of stored ammunition and their environmentally friendly disposal as well as systems for cleaning soil contaminated by explosives. (Figure 3.)

ARMoured TRACKED AND WHEELED FIGHTING VEHICLES [3; p. 57.]

Armoured tracked and wheeled vehicles are manufactured by Steyr-Daimler-Puch in Vienna, which is part of the General Dynamics Group Land Systems Europe. The most important products include the “Pandur” (Figure 1., Figure 5) wheeled armoured vehicle and the “Ulan” (Figure 6.) armoured infantry fighting vehicle. One of the main customers is the Austrian Armed Forces, which have had good business connections with this company for decades. In the past, the company supplied the army with the “Kürassier” tank destroyer and the “Greif” armoured recovery vehicle.

WHEELED VEHICLES FOR MILITARY PURPOSE [3; p. 47, 56, 100, 104.]

Rheinmetall MAN Military Vehicles Austria offers a wide range of highly mobile and protected truck systems with which soldiers can carry out their operations safely. Derived from the civil series and consistently further developed for military operations, the trucks of Rheinmetall are not only extremely economical, but also meet military requirements such as climatic conditions, off-road mobility and reliability. In threatening situations, the highly protected cabins from Rheinmetall protect the crew from shelling and mines. (Figure 4.)

EMPL in Kaltenbach is the leading manufacturer of tailor-made truck bodies for military use. The vehicles, which have proven themselves for decades both in the desert and in the frosty north, are characterized by durability, optimal corrosion protection and their special adaptation



Figure 5. The Pandur 8x8 APC is manufactured in Austria while export versions are also built in the Czech Republic and licensed versions in Barreiro, Portugal (Photo by Kurt Kreibich)

to the respective application requirements. The safety of the emergency services has the highest priority. EMPL continuously invests in state-of-the-art production facilities and R & D and tests the bodies under the toughest conditions before delivery. The product range includes heavy recovery vehicles, troop transporters, ambulances, workshop structures, shelters, hook loading systems and fire engines.

Franz Achleitner in Wörgl produces protected logistics, security and special vehicles for customers all over the world. The innovative products from Achleitner include the protected SURVIVOR family with high off-road capability.

Rosenbauer International in Leonding is the world’s leading manufacturer of firefighting technology for defensive fire and disaster control. The company develops and produces vehicles, extinguishing technology, equipment and telematics solutions for professional, company, plant and voluntary fire brigades as well as systems for preventive fire protection. All important standards are covered with products from European, American and Asian manufacturers. The group is active in over 100 countries with its service and sales network.

Figure 4. Rheinmetall MAN Military Vehicles (RMMV) displays an HX 81 truck with an integrated multipurpose recovery system. The systems of the HX family made by RMMV among the most cost-effective in their class (Photo: qiaqatar.com)



ENGINEER SYSTEMS [3; p. 114, 139.]

Waagner-Biro Bridge Systems in Vienna is one of the top suppliers of modular bridge systems, which are particularly suitable for military use, since a load-bearing capacity of up to military load class (MLC) 150 and a large number of non-military loads are guaranteed. The Waagner-Biro panel bridge represents a robust modular bridge system consisting of prefabricated steel components with interchangeable standard panels that can be easily adapted to different spans (over 80 m possible), deck widths (single or double lane) and traffic loads. It combines the advantages of the original Bailey system with modern materials, simple connections, better manufacturing details, light individual components and high resilience through high-strength steel and an improved static design.

Since the mid-1980s, Schiebel Electronic Devices in Vienna has concentrated on the development and production of high-tech mine detectors, which made the company the world market leader, not least thanks to a major order from the US Army. [4]

THE AEROSPACE AND SPACE INDUSTRY [3; p. 41, 106, 114, 129, 131.]

The most important company that manufactures aircraft is Diamond Aircraft Industries in Wiener Neustadt. The company is an international, globally operating manufacturer of plastic aircraft, with representation in Eu-

rope, North America, Asia and Australia. At two production sites, one in Wiener Neustadt, where the headquarters and the development department are based, and one in London, Ontario Canada, innovative aircraft solutions are produced at the highest level and quality for flight schools and private customers. The production range includes powered gliders, single and twin-engine piston aircraft and is currently developing single-engine turbine-powered aircraft. The company's reference customers include the French and Indian Air Forces.

In the course of the development and production of the high-tech helicopter CAMCOPTER®S-100, Schiebel Electronic Devices in Vienna was able to extend its position as world market leader to the field of unmanned helicopters. Since 2010, Schiebel has also been offering the Composites Technology product group.

Trixy Aviation Products in Dornbirn develops and produces gyroplanes that are specialized for civil and professional applications.

RUAG Space in Vienna equips satellites worldwide with electronics, mechanics and thermal insulation and has an export quota of around 100 percent.

TEST-FUCHS GMBH in Gross-Siegharts is one of the world's leading companies in the field of test systems for the aerospace industry, as well as the development of ground support equipment and aircraft ground equipment for civil and military aviation. Other pillars of the innovative family business are the manufacture and maintenance of flying components and the production of cryogenic valves.

Figure 6. The infantry fighting vehicle SPz "Ulan" is the combat vehicle of the Austrian armored infantry. He supports the soldiers with his armor protection, his mobility and his firepower. Thanks to its powerful engine, the "Ulan" is able to follow the "Leopard" 2A4 main battle tank on any terrain (Photo: Austrian Armed Forces)



TELECOMMUNICATIONS

[3; p. 57, 74, 117.]

The most important company which produces communication equipment for military use in Austria is Kapsch BusinessCom in Vienna. With its extensive know-how in dealing with large amounts of data and security as well as a large number of successful use cases in numerous industries, Kapsch is the ideal companion for digital transformation. The extensive portfolio in Austria, Romania and the DACH region includes technology solutions for intelligent and above all secure ICT infrastructure, smart building, media and security technology as well as outsourcing services.

Frequentis Defence in Vienna offers individually tailored solutions for network-enabled operations and addresses military air traffic management, command and control, tactical networks, border and homeland security, as well as surveillance and reconnaissance.

Scotty Group in Vienna is a solution provider for communication “over the horizon” using satellites. The solutions are specially tailored to customer needs to provide the best communications worldwide – AERO, Maritime (ocean-going), Land Mobile (vehicle-bound) as well as for military applications, disaster relief, the oil and gas industry and telemedicine applications. The portfolio includes live transmission of data, video and audio, “memory transmission” of video recordings, PC and Internet and much more. The systems are hardened and can be operated with a wide variety of accessories.

OPTICAL PRODUCTS AND OPTO-ELECTRONICS

[3; p. 73, 92, 102.]

Probably the best-known Austrian company in this branch is Swarovski Optik in Absam. Founded in 1905, the company manufactures binoculars, high-precision rifle scopes and laser range finders, as well as night vision devices.

Rohde & Schwarz Austria as a globally active, independent technology group develops, manufactures and sells a wide range of electronic capital goods for industry, infrastructure operators and sovereign customers.

The Vienna-based company Photonic Optical Devices - a company of the Wild group of companies - produces night vision devices, laser rangefinders, sights for artillery pieces and grenade launchers as well as telescopic sights for rifles.

Another company, Kahles in Guntramsdorf, makes binoculars and telescopic sights. Founded in 1898, KAHLES is the oldest still existing rifle scope manufacturer in the world.

INFORMATION TECHNOLOGY (IT)

[3; p. 19, 27, 48, 72.]

Compared to other European countries of similar size, population and economic importance, Austria has a modest information technology industry. Nevertheless, there are some companies that develop and produce IT hardware and software for special military applications.

For military-specific applications, ESL Advanced Information Technology in Vienna develops solutions for C4ISR (Command, Control, Communication, Intelligence, Surveillance, Reconnaissance) systems and Rubicon is an

international software company based in Vienna. engineering services and research and development.

AIT Austrian Institute of Technology in Vienna has many years of know-how in the field of security research for the protection of critical infrastructures or for command and control systems and for use in crisis and disaster management.

AVL List in Graz is the world’s largest independent company for the development, simulation and testing of drive systems (hybrid, combustion engine, transmission, electric motor, battery, software) for cars, trucks, large engines and special applications.

JOANNEUM Research – Digital in Graz is a reliable partner for digital innovation and transformation and develops practical high-tech solutions for security and safety.

MEDICAL TECHNOLOGY AND EQUIPMENT**FOR HUMANITARIAN AID**

[3; p. 17, 20, 42, 43.]

The requirements for field medical equipment for the armed forces are based on modern military medical specifications, which essentially derive their bases from disaster medicine. Vendors of such devices are the major medical device manufacturers, who also maintain an armament division to secure profits in this market segment. The most important companies that offer services in this segment are:

Air Ambulance Technology in Ranshofen (Air Ambulance Technology produces customized “quickly exchangeable” rescue equipment – EMS, MEDEVAC, VIP – and “Special Mission” interior equipment for helicopters and fixed-wing aircraft), AMST-Systemtechnik in Ranshofen (world market leader in the highly specialized areas of aviation medicine and training of flying personnel).

Dlouhy in Tulln (the family company has specialized in solutions for rescue services for several decades) and DiproMed GmbH in Vösendorf, which manufactures medical and forensic rapid tests and sells them itself. These tests are used internationally under the brands DRUG-LAB®, DiproMed® and hemdect®. DRUGLAB® is a mobile laboratory solution for detecting drugs – used by the police, military and customs all over the world. The brands DiproMed® and hemdect® stand for reliable tests in the area of point of care diagnostics.

CLOTHING AND PROTECTIVE EQUIPMENT

[3; p. 41, 53, 62, 76, 109, 133.]

The development of clothing and men’s equipment is part of armed forces planning and includes basic planning and testing through to the creation of so-called technical specifications as the basis for procurement. The production itself is carried out by companies that mostly have the textiles manufactured in low-wage countries in the Far East. Despite the unfavourable market conditions, there are a few companies in Austria that deal with the production, but also with the complete in-house development of clothing and men’s equipment

J. Blaschke Wehrtechnik in Vienna offers a wide range of camouflage systems, NBC protective clothing and combat diving equipment. Goldeck Textil GmbH. Carinthia in Seeboden specializes in the production of high-quality cold protection systems and sleeping bags. Kohlbrat & Bunz in Radstadt deals with the development and



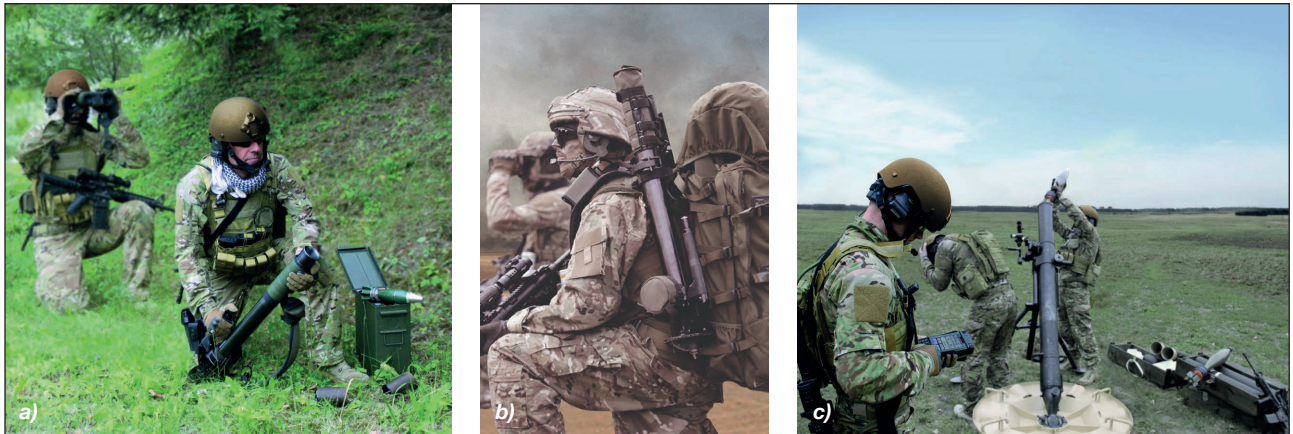


Figure 7. a) The unique Hirtenberger HDS 60 mm System contains a state-of-the art commando mortar and a complete ammunition family for every operational requirement. The weapon and the ammunition were designed to enable the modern soldier to use effective 60 mm mortar fire support from within the infantry group. 7. b) The system is light to carry, easy to handle but still effective and accurate to deploy. The M6 C-640 Mk1, is the enhanced, combat proven version of the M6C 640 T which has been supplied worldwide it combines mobility and effectiveness in one fire support weapon system. 8. c) At the end of 2021, the Hungarian Armed Forces Command announced a procurement effort for M12 120 mm mortar systems. These weapon systems will be supplied by Hirtenberger Defence and will include not only the mortars but also other system components (Photos: <https://hds.hirtenberger.com/media/>)

manufacture of products for personal rescue. The Sattler Group in Gössendorf is a globally active family company based in Austria. The Sattler Group is the specialist for awnings, tarpaulins and technical textiles, as well as for innovative solutions in the field of environmental technology and textile architecture.

Ulbrichts Protection in Schwanenstadt manufactures ballistic helmets made of titanium and titanium-aramid (hybrid). Customers are police units and the military worldwide. Ulbricht's widow is one of the pioneers in the field of ballistic head protection. It regularly sets new technical standards through innovation in protection, comfort and design. The helmet series "Zenturio", "Hoplit" and "Optio" are trend-setting due to their level of protection. The titanium helmets offer the best protection against bullets, as they reliably stop projectiles and prevent deadly trauma to the helmet wearer.

fireKRAFT Austria in Pasching produces, sells and develops battle-tested, powerful and safe equipment for regular forces as well as for special forces. The spectrum includes solutions in the field of air, land and maritime special forces.

TRAINING AND SIMULATION [3; P. 20, 112, 120.]

AMST-Systemtechnik in Ranshofen is the global market leader in the highly specialised fields of aero- space medicine and aircrew training. With its extensive portfolio of products and services, the company contributes significantly to the safety and performance of aircraft and their crews.

SCE System Engineering in Salzburg stands for Simulation: new development, realisation and upgrade of system solutions in the aviation sector and industrial plants.

Simgun in Götzis is a company which produces duel simulators to offer trainees a realistic shooting experience. SIMGUN is highly precise, efficient, upgradable, uncomplicated to use and cost- efficient. SIMGUN offers immediate, clear hit recognition with the highest precision. SIMGUN is a one-stop solution for effective, realistic training, particularly suitable for police units and military special units.

INSTEAD OF A SUMMARY

The importance of a national armament industry depends essentially on the national security and defence policy of a country. If a state pursues an active security and defence policy, the armament industry is also perceived as an active part of the entire industry and can hope for good business.

With regard to the armament industry of Austria, it is to be feared, since Austria is increasingly perceived by foreign countries as a free rider of the international, and especially the European security architecture, that this branch of industry will remain small although it has a high innovative power and would be able to produce high-quality weapons for the world market, as Glock shows with his pistol or Schiebel with his camcopter.

REFERENCES

- [1] Pöcher Harald. Geld, Geld und noch einmal Geld ... Schriften zur Geschichte des Österreichischen Bundesheeres Herausgegeben vom Generalstab des Bundesministeriums für Landesverteidigung und der Militärgeschichtlichen Forschungsabteilung des Heeresgeschichtlichen Museums (Wien), Band 9, Wien 2006, Seite 87-95.;
- [2] Wirtschaftskammern Österreichs <http://www.wkoarge.at/en/asw/company-directory/>, (retrieved 2022.5.3.);
- [3] Austrian Federal Economic Chamber in cooperation with the Austrian Federal Ministry for Transport, Innovation and Technology: Fresh View on Security and Defence NO 163 <https://www.wko.at/service/aussenwirtschaft/fresh-view-2018-163-security-and-defence.pdf>; (retrieved 2022.5.3.);
- [4] https://de.wikipedia.org/wiki/Schiebel_Elektronische_Geräte, retrieved 2022.5.20.);
- [5] Source: <https://www.austriaarms.com/impressum.php> (retrieved 20 May 2022);
- [6] Source: <https://fragoutmag.com/rheinmetall-new-40mm-medium-velocity-ammunition-sadf/> (retrieved 20 May 2022).

1. ábra. A belgiumi Marche-en-Famenne melletti lőtéren megtartott hadgyakorlat egyik jelenete (Fotó: Ocskay István)



Ocskay István*

Az iMUGS PESCO program folytatása Brüsszelben

Az Európai Unió tagállamainak Állandó Strukturált Együttműködés szervezete, a PESCO (Permanent Structured Cooperation) 2022. június 1-én és 2-án rendezte meg az alakuló ülést követő negyedik, demonstrációval egybekötött munkacsoportülését. Az ülésre a belga Marche-en-Famenne melletti lőtéren került sor. Az azt követő, a Camp Roi Albert lőtér területén végrehajtott demonstrációhoz képest folyamatosan fejlődnek a vezető nélküli, szárazföldi rendszerek, és egyre bonyolultabbá válnak az eszközökkel végrehajtandó feladatok. A legutóbbi rendezvényen csak egy – azonban bonyolult megoldású –, a járművek rajzasi képességét bemutató szcenárió megvalósítására került sor, amely egyben összefoglalta a korábbi, finnországi bemutató óta eltelt időszak fejlesztéseit.

ÖSSZEFOGLALÁS: A szerző a Magyar Honvédség Modernizációs Intézet szakértőjeként harmadszor vett részt az iMUGS munkacsoport ülésén, valamint az azt követő technikai bemutatón, amelyeket ezúttal a belga Camp Roi Albert katonai gyakorlóterén tartottak. Megállapítása szerint a korábbi három demonstrációhoz képest folyamatosan fejlődnek a vezető nélküli, szárazföldi rendszerek, és egyre bonyolultabbá válnak az eszközökkel végrehajtandó feladatok. A legutóbbi rendezvényen csak egy – azonban bonyolult megoldású –, a járművek rajzasi képességét bemutató szcenárió megvalósítására került sor, amely egyben összefoglalta a korábbi, finnországi bemutató óta eltelt időszak fejlesztéseit.

KULCSSZAVAK: járművek rajzása, PESCO, UGV, THeMIS

A magyar honvédelmi tárca kiemelten kezeli a vezető nélküli rendszerek, köztük a szárazföldi autonóm járművek kutatásával kapcsolatos K+F projekteket, ennek köszönhetően a Magyar Honvédség a PESCO UGV (Unmanned Ground Vehicle – vezető nélküli szárazföldi jármű) projektjének már az első hullámában is részt vett.

Amint a Haditechnika folyóirat korábban megjelent számaiban¹ utaltunk rá, az iMUGS program célja a hibrid hajtású UGV-k számára egy moduláris, a 27 európai uniós tagállam eltérő igényeihez illeszkedő szenzorarchitektúra

ABSTRACT: As an expert of the HDF Modernization Institute the author participated for the third time in the meeting and presentation of the iMUGS working group, now at the military training ground in Camp Roi Albert, Belgium. As with the previous three demonstrations, the unmanned ground systems are constantly evolving and the task they should fulfill is becoming more and more difficult. In the current performance, only one scenario was taken, which was the presentation of the ability of swarming UGV vehicles, which summarizes the developments of the period since the previous presentation in Finland.

KEY WORDS: swarming, PESCO, UGV, THeMIS

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



kifejlesztése, amely a lehető legnagyobb autonómítási fokkal rendelkezik a harcmezőn történő eredményes alkalmazhatóság érdekében. [1] A program elindulása óta eltelt időszakokban elért fejlesztések demonstrálása céljából, a különböző országokban eltérő feladatokat tartalmazó szcenáriók keretében kerülnek sorra a bemutatók. [2] Sajnos a 2022 februárjában kitört orosz–ukrán háború miatt a harmadik, az eszközök ultraalacsony hőmérséklet körülmények közötti viselkedésével foglalkozó munkacsoport-ülésre a Magyar Honvédség nem tudott szakértőt delegálni.

A munkacsoport további időszakában még két, bemutató is magába foglaló munkacsoportülésre kerül sor 2022-ben, októberben Franciaországban és december elején Németországban. A munkacsoport működésének záró eseményére, az eredmények összegzésére tervezetten 2023 áprilisában, szintén Belgiumban kerül sor.

Mint az korábban is történt, az UGV-kkel végrehajtott demonstrációk egymásra épülnek, és az egyszerű távvezérelt eszközök alkalmazásától, egészen a bonyolult feladatokat megoldó, egymással kommunikációt folytató berendezések alkalmazásáig minden feladatot tartalmaznak. A Marche-en-Famenne melletti lőtérén rendezett bemutató központi témáját egy lövész alegység belátható távolságon belüli (LOS – Line of Sight), illetve azon túli (BLOS – Beyond Line of Sight) támogatása adta, a swarming, a drónok rajkötésekben történő feladatmegoldását kihasználva. [3] A belgiumi bemutatóra is az észti Milrem Robotics vállalat biztosította a THeMIS UGV járműveket, amelyek immár a „Mod-6” változatú eszközök voltak, nagyobb teherbírással, és ennek megfelelően megerősített futóműrendszerrel, a korszerűbb, erősebb anyagválasztásnak köszönhetően azonban könnyebb önsúlyal. A lánctalpas kis jármű össz-tömege 1650 kg-ra növekedett, benne a hasznos teherbírás értéke 1000 kg. [4] Ez alkalommal is bemutatták a belga FN Herstal deFNder Light távirányítható fegyverállványt, és az eszközre szerelt, a német Hensholdt vállalat által gyártott irányzórendszer (2. ábra), de a felderítő feladathoz nem integráltak fegyvert az állványba. [5]

Ezen a járművön kívül további két THeMIS UGV szerepelt a szcenárióban, az egyiket egy, a Thales hollandiai cégcsoportja által gyártott, 5 méter magasra kinyúló árbócon elhelyezett felderítőradar, és a német Hensholdt vállalat nem hűtött technológiájú termovíziós kamerával rendelkező optikai feje volt látható. Emellett az eszközt ellátták a Rheinmetall ROSY (Rapid Obscuring System –

2. ábra. Az FN Herstal deFNder Light fegyverállványával szerelt THeMIS UGV fedezékben (Fotó: Ocskay István)



3. ábra. A Boxer gyalogsági harcjárműre szerelt SETAS optikai érzékelő doboza (Fotó: Ocskay István)

gyors álcázórendszer) ködgránátvető rendszerével is, abból is a 3 × 5 darab ködgránátot tartalmazó vetőcsoporttal. A harmadik UGV is egy THeMIS lánctalpas volt, amelyre mindössze egy éjjel-nappal látó kamerarendszert telepítettek, amelyet szintén a Hensholdt vállalat integrált az eszközre.

Az „ellenség” szállítását egy AMPV (Armoured Modular Protected Vehicle – páncélozott moduláris védett jármű), azaz egy MRAP (Mine Resistant Amush Protected – növelt aknavédelemmel rendelkező harcjármű) tulajdonságokkal rendelkező harcjármű biztosította, a parancsnoki harcálláspontot egy drónindítóval felszerelt Boxer 8×8 kerékképletű páncélozott harcjármű szolgáltatta, amelybe beépítve a Viedsargs BMS- (Battlefield Management System – harctéri menedzsment rendszer) rendszert alkalmazták. A BMS képes volt az adott UGV adatainak – a harcjárműre szerelt fegyverek típusának, a rendelkezésre álló löszerek mennyiségének, és további fontos harcászati információknak – a megjelenítésére. A kerek harcjárműre a Hensholdt vállalat SETAS (See Through Armour System – páncélon „átlátó” optikai rendszer) optikai megfigyelő rendszer szenzordobozait szerelték fel, irányonként 1-1 darabot. Ezzel a rendszerrel éjjel-nappal 360°-ban biztosítható a körkörös figyelés, ezáltal a harcjármű parancsnoka egy virtuális szemüvegen keresztül figyelheti a harcjármű körüli területet, és részletes információkhoz juthat. A beérkező adatok alapján a harcjármű parancsnoka döntést tud hozni a bevetendő eszközök típusáról, az erők mértékéről, azok bevetési irányáról és mélységéről. [6]

Mindezeket felül, a rajzás képesség biztosítására 10 darab négykerekű kis drón, és további 4 darab terepjáró, 4 × 4 hajtásképletű mini drón is szerepelt. A több millió euró értékű UGV-kkel szemben ezeknek az eszközöknek az előnye a lényegesen alacsonyabb áruk, illetve az egyszerűbb járműkezelés. Meghibásodás esetén könnyen javíthatók, az eszközöket egyetlen kezelő is irányíthatja. A rajzást létrehozó drónok kommunikációját egy 20 lábás konténerbe telepített vezérlőállás biztosította, amelyet egy Mercedes Actros típusú teherautó szállított, rajta két, 10-10 méter magas árbóccal. A teherautón elhelyezett „átjátszóállomás” felett a 10 darab kis drón központosított rajzásáért (Centralized/Global Swarming), ezen keresztül kommunikáltak egymással az eszközök. Ezzel ellentétben a 4 darab mini drón helyi rajzással, kommunikációval (Local/Distributed Swarming) osztotta meg egymással az adatait. Az elsőként említett kialakítás előnye a centralizált adatátvitel, az információáramlás meghatározott útvonalon történő továbbítása. Ezzel ellentétben a megosztott hálózatot alkalmazó mini drónok egymás közötti kommunikációja komolyabb hardverhátteret feltételez. Az eszközök egyéni tevékenysége így jobban támogatott. [7]



4. ábra. A rajzás kommunikációját végrehajtó vezérlőállás, fedezékben (Fotó: Ocskay István)



5. ábra. Az UGV-k csoportos feladatvégrehajtását modellezni hivatott egyszerűsített kis drónok (Fotó: Ocskay István)

Az aktuális gyakorlat forgatókönyve alapján egy kistelepülésen megbúvó ellenséget kellett felderítenie egy lövészrajnak, majd megsemmisíteni vagy kiszorítani őket a település határából. A rajparancsnok a Boxer mozgó harcálláspontban foglalt helyet, onnan irányította a rajt, valamint a vezető nélküli eszközöket. Az élen egy Hensoldt felderítő platformmal ellátott THeMIS jármű haladt, a környék felderítését a hőképképező kamerájával hajtotta végre. Az UGV-t követték a rajban együttműködő kis drónok, lépésről lépésre derítve fel a település utcáit, tereit. Egymással kommunikálva információkat osztottak meg a terület állapotáról, a különféle akadályokról, és folyamatosan tájékoztatták a harcálláspontot a megszerzett információkról. A kis drónok többségükben fűnyíróhoz hasonlítható szerkezetek voltak, oldalanként egy elektromotor által hajtott kerékpár-

ral felszerelve. Rendelkeztek minden olyan képességgel, amellyel a nagyobb társaik: GPS-kommunikációval és térérzékelést biztosító szenzorokkal; mindezt a különböző hadseregeknél alkalmazott, katonai kialakítású drónok árának töredékéért. A kis drónok tömege és kis mérete lehetővé tette azt is, hogy kezelőjük meghibásodásuk esetén könnyedén „semlegesítse”, kivonja a működésképtelen eszközt a rendszerből.

Annak érdekében, hogy minél pontosabb képet kapjon a rajparancsnok a műveleti terület általános harcászati helyzetéről, és figyelemmel tudja követni az ellenség esetleges utánpótlási vonalainak mozgását, előre küldte a felderítőradarral és optikai rendszerekkel felszerelt THeMIS UGV-t. A járművön a Teksam vállalat árbócára szerelt éjjel-nappali csatornával és lézertáv mérővel felszerelt HENSOLDT Sparrowhawk Z kamera és a Thales által gyártott Square felederítő radar helyezkedett el. A jármű elülső részére a Rheinmetall ROSY ködgránátvető rendszert, illetve kétoldalt a Metraviv cég PEARL lövésdetektáló rendszerét integrálták.

A kis méretű jármű egy fedezékként szolgáló fal mögött foglalt figyelőállást, majd megkezdte a felderítő rendszereinek automatikus telepítését. A kétperces telepítési időt követően megkezdte a felderítési adatok sugárzását a harcálláspont számára. Radarjával csaknem 50 kilométer mélységig, míg az optikai felderítő rendszereivel 10 kilométerig biztosította az ellenség megfigyelését.

A THeMIS UGV platformok felderítési adatai alapján nyilvánvalóvá vált, hogy az ellenség katonái behúzódtak az egyik romos épületbe. A rajparancsnok kivezényelte a raj lövészeit azzal a feladattal, hogy derítsék fel és semmisítsék meg az ellenséget. Az akció befejező műveleteként kiszorították az ellenséget a település szélére, a raj lövészei jelezték, hogy lőszerutánpótlásra van szükségük, valamint az egyik megsérült társukat hátra szeretnék küldeni a sebesült gyűjtőpontra. A harcállásponton tevékenykedő rajparancsnok elrendelte a lőszer utánszállítását. A feladatot mini drónok hajtottak végre, amelyek az egymással folytatott kommunikációs képességet alkalmazva csak azokhoz a lövészekhez szállítottak harcanyagot, akik jelezték a lőszerfogyást, ily módon kivédve, hogy egy-egy harcost kihagyjanak, de azt is, hogy duplán ne menjenek egyik helyre sem.

A CASEVAC (Casualty Evacuation – egészségügyi kiürítés) misszió keretében egy mini drón eljátszotta, hogy kimegy a sérült katonához, és hátra szállítja őt a gyűjtőpontra. A feladat végrehajtását követően a lövészek és az eszközök egyaránt visszatelepültek, a terepen hátra hagyva a felderítő rendszerekkel felszerelt THeMIS járművet, amely figyelte és nyomon követte az ellenség visszavonulását.

A több mint egy órán keresztül tartó bemutató látványosan szemléltette, hogy jelenleg milyen feladatok ellátására alkalmasak a vezető nélküli szárazföldi járművek, és mik le-

6. ábra. Felderítőradarral és optikai kamerákkal felszerelt, fedezékben álló THeMIS UGV (Fotók: Ocskay István)





7. ábra. Lőszerutánpótlás végrehajtása mini drónokkal (Fotó: Ocskay István)



8. ábra. A CASEVAC-feladatban és lőszerutánpótlásban részt vevő mini drónok (Fotó: Ocskay István)

hetnek az eszközök korlátai. A Marche-en-Famenne melletti lőtérén megtartott demonstráció kiemelt feladata – a járművek csapatokban történő együttműködése, azaz a rajzás tesztelése – volt, amely végül sikerrel teljesült. A nagy járműveket helyettesítő kis eszközök nagyobb fennakadás nélkül dolgoztak együtt, bár esetenként előfordult, hogy az egymással megosztott koordináták – a polgári GPS-adatok pontatlansága miatt – nem bizonyultak elég megbízhatónak. Llyenkor az eszköz vagy letért a nyompályáról és elakadt a magas fűben, vagy nekiment egy ház falának. Ezek a kis járművek – kedvező áruknak köszönhetően – nem rendelkeztek bonyolult vezérlő- és akadályelkerülő rendszerrel, de precízebb navigációs eszközök alkalmazásával – amelyek természetesen drágábbak is – ez a probléma is kiküszöbölhető lesz a jövőben.

Az iMUGS munkacsoport irányításával együttműködő civil vállalatok jelenleg: a Milrem Robotics, (az észti hadiipari vállalat egyben a program koordinátora is), a szintén észti Talgen, a német Diehl, a Rheinmetall, és a KMW, a spanyol GMV, a finn INSTA és Bittium, a francia Safran, Thales és Nexter cégek, a lett LMT, valamint a belga dotOcean, a Sol. One és az RMA. Az iMUGS munkacsoporton belül hét alcsoport működik. A 1. számú alcsoportot a Milrem vezeti, amely a rendszerintegrációkért felelős, a 2. számú alcsoportban az autonóm működésért felelős partnerek találhatók, mint a Safran, Nexter, Diehl és a Milrem. A 3. alcsoport a program kiberbiztonságáért felel, a Talgen cég vezetésével. A 4. alcsoportban, amely a korrekt kommunikációt garantálja, a Bittium és az LMT vesznek részt. Az 5. alcsoport tagjai az RMA, a dotOcean és az Insta vállalatok, amelyek az eszközök csoportos együttműködését felügyelik. A 6. alcsoportban a C4I (Command, Control, Communications Computers, Intelligence – vezetés, irányítás, kommunikáció, számítástechnika, hírszerzés) és az interoperabilitás a megoldandó feladat, amelyben a GMV és a Sol.One vállalatok vesznek részt. Végezetül a 7. alcsoport munkája az ember és a vezető nélküli járművek együttműködésére összpontosít; közreműködő vállalatok a KMW, a Nexter és a Milrem.

A munkacsoportok az egymást követő rendezvényeken egyre komplexebb, az előző bemutatókra épülő demonstrációkat tartanak annak érdekében, hogy a 2021-ben megfogalmazott terveiket, a 2022 decemberében Németországban megtartandó „záróvizsgán” teljesíteni tudják. A munka-



9. ábra. A belga bemutatón részt vevő három THEMIS UGV, különböző konfigurációban (Fotó: Ocskay István)

csoport tagjainak jó együttműködését példázza, hogy az így nyert tapasztalatokat minden résztvevő képes beolvasztani a saját kutatási portfóliójába, például az észti Milrem vállalat ennek köszönhetően képes hónapról hónapra újabb eszközre integrált platformokat készíteni, és a munkacsoport keretén belül érvényt szerezni a fejlesztéseknek.

A következő, ötödik alkalommal megrendezésre kerülő bemutatóra a francia Satory (Versailles) település melletti gyakorlótérén kerül sor. A demonstráció központi támáját már a komolyabb rajzási problémák megoldására kidolgozott szituációs gyakorlatok adják. Ennek során a tervek szerint a GPS-jelek alapján végrehajtott követési feladatokat; emberek, járművek, tárgyak detektálását, felismerését; járőrözési feladatok végrehajtását egymással történő kapcsolattartás közben (lokális rajzás); automatikus megfigyelőpont-kiválasztást, valós idejű feladatmódosítást, valamint a beérkező adatok alapján történő tervezés végrehajtását mutatják be.

A brüsszeli munkacsoportülés, és az azt követő Camp Roi Albert gyakorlótérén megtartott bemutató, több tekintetben is hasznos volt Magyarország számára is. Egyrészt lehetőség nyílt megismerni más országok UGV-vel kapcsolatos fejlesztéseinek jelenlegi állását, ezenkívül igazoltnak látszik az a felvetésünk, hogy a rajzáson alapuló technológiák segítséget nyújthatnak nemcsak a légi, de a szárazföldi autóm rendszerekkel folytatott tevékenységekhez is.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Integrated Unmanned Ground System (UGS), <https://pesco.europa.eu/project/integrated-unmanned-ground-system-ugs/> (letöltés ideje: 2021.9.27.);
- [2] iMUGS Demonstration 2, EDA PESCO brochure, 2021;
- [3] The Role of Autonomous Unmanned Ground Vehicle Technologies in Defense Applications” Aerospace & Defense Technology, <https://www.mobilityengineeringtech.com/component/content/article/adt/pub/features/articles/37888?r=26834> (letöltés ideje: 2022.5.17.);
- [4] MILREM Robotics THEMIS, <https://milremrobotics.com/defence/> (letöltés ideje: 2022.6.1.);
- [5] FN Herstal deFNder Light, <https://fnherstal.com/en/defence/integrated-weapons-systems/defnder-light/>, (letöltés ideje: 2022.6.1.);
- [6] Hensoldt SETAS, <https://www.hensoldt.net/stories/setas/>, (letöltés ideje: 2022.6.2.);
- [7] iMUGS official Road Map, MILREM EDIDP brochure, 2022.

JEGYZETEK

- 1 Ocskay I.: Észti robotikai innováció *Haditechnika* 2021/6. szám 21. o. DOI: 10.23713/HT.55.6.04; Ocskay I.: Az iMUGS PESCO program folytatása Rigában *Haditechnika* 2022/1. szám 28. o. DOI: 10.23713/HT.56.1.05.

22. ábra. A Mars Sample Return (Mars-kutatási program) tudósai többek között olyan rakéta kifejlesztésén dolgoznak, amely marsi talajmintákat juttat vissza a Földre. A grafikán balra a MAV (Mars Ascent Vehicle) koncepcióját láthatjuk, amint pályára állítja a leszállóegységet (Lander) – jobbra –, hogy az landoljon a Mars felszínén, összegyűjtse a Perseverance által vett mintákat, és azokat a Földre szállítás céljából eljuttassa a MAV-hoz. Az elképzelések szerint a MAV indítását 2026-ra tervezik [62]

Dr. Punczman Ádám Tamás*

Az égitestek bányászata II. rész

Az égitestek bányászata egyre inkább előtérbe kerül, mivel néhány állam már nemzeti szinten tisztázta az erőforrások tulajdonjogát. Ezzel szemben a nemzetközi világűrjogban kétséges, hogy az űrerőforrások tulajdonjog tárgyai lehetnek-e. Az emberiség tudományos céllal már birtokba vett mintákat, de azok mennyisége és a küldetések gyakorisága azt mutatja, hogy az ipari mennyiségű kitermelés megvalósulása csak a távolabbi jövőben valósul majd meg. A szerző tanulmányának első részében bemutatta az égitestek azon típusait, amelyek a kitermelés potenciális célpontjává válhatnak. Szót ejtett az űrbányászat költségeiről és műszaki kihívásairól, majd részletesen bemutatta a különböző országok jelentősebb mintagyűjtő küldetéseit. A tanulmány második részében az égitestek erőforrásainak tulajdonjogát is szabályozó jogi környezetéről esik szó.

NEMZETKÖZI JOGI KÖRNYEZET

A II. világháborút követően az Amerikai Egyesült Államok és a Szovjetunió szembenállása a nemzetközi világűrjogban, valamint a holdi mintagyűjtési missziókban is éreztette hatását.

A nemzetközi sajtó még az első ember alkotta szerkezet, a szovjet Luna-2 holdszonda felszíni becsapódása (1959. szeptember 14.) előtt felvetette a Hold foglalásának lehetőségét. E kérdés már a Luna-2 indítása után megjelent a nemzetközi politikában is. Az Egyesült Államok és a Szovjetunió arra az álláspontra helyezkedett, hogy az égitestek esetében a felségjelvények alkalmazása nem szolgál területi igényként. [40] A világűr és az égitestek státuszát a mindenki által szabadon használható területként (res communis; res communis omnium usus) deklarálták az 1967. évi Világűrszerződésben. [41] A res communis státusz az államok számára a világűr – beleértve a Holdat és

más égitesteket – szabad használatának és kutatásának, valamint az égitestek szabad hozzáféréseinek jogát biztosítja, egyúttal azok kisajátításának tilalmát is rögzíti, azaz: „A világűr, beleértve a Holdat és más égitesteket, sem a szuverenitás igényével, sem használat vagy foglalás útján, sem bármilyen más módon egyetlen nemzet sem sajátíthatja ki”. [42]

Az égitestek bányászatánál a kisajátítás tilalmának értelmezése kardinális jelentőséggel bír, mindazonáltal a világűr szabad használatának és kutatásának, valamint az égitestek szabad hozzáféréseinek jogának értelmezésével együtt lehetséges.

A kutatás egy olyan tevékenységet jelöl, amelynek célja a felderítés, és adott esettől függ, hogy az tudományos tevékenységet ölel-e fel vagy sem. [43; 34. o.] Más meg-

23. ábra. A szuperhatalmak a washingtoni Fehér Házban 1967. január 27-én írták alá a világűrjog alapdokumentumát, a Világűrszerződést (Outer Space Treaty). A képen jobbra Lyndon B. Johnson az Amerikai Egyesült Államok elnöke [63]



* Jogász, Nemzeti Közszerzői Jogi Intézet, Világűrjog és -politika Kutatóműhely megbízott kutatója. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6278-3122>



24. ábra. Az Apollo–Szojuz sikeres összekapcsolódását követően Thomas P. Stafford űrhajós (az előtérben) kezét fog Alekszej A. Leonovval 1975. július 17-én [64]

határozással, a kutatás nem hoz létre kereskedelmi vagy gazdasági értelemben kézzelfogható hasznot. [44] Ilyen volt például az Apollo–Szojuz misszió, amely az első nemzetközi űrrepülés, és az első kísérleti nemzetközi űrállomás is 1975-ben. [45] A misszió nem volt tudományos vizsgálat, de kutatásnak minősíthető, mivel kézzel fogható hasznot nem hozott létre. [44]

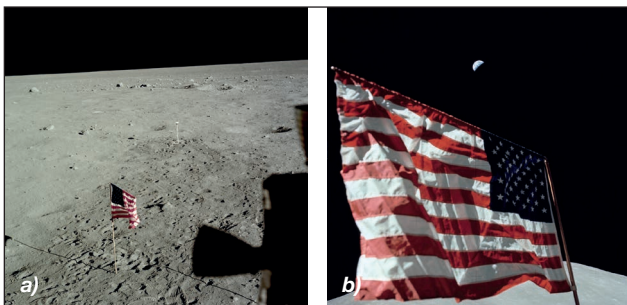
A használat azonban olyan tevékenységet jelöl, amely a világűr gazdasági vagy nem gazdasági jellegű használatát fedi le, és beletartozik a világűr és az égitestek hasznosítása a haszon elérésével. [43; 35. o.] Hasznosítást úgy is lehet gyakorolni, hogy az adott területen az állam nem szerez szuverenitást. [46] Például a Föld körüli pályák, ahol az államok távközlési, navigációs és földmegfigyelési célú műholdjaikat üzemeltetik, mindezt az adott pálya kisajátítása nélkül teszik. Az égitestek szabad hozzáféréseinek joga pedig tiltja azokat a tevékenységeket, amelyek kizárnak más államokat ugyanazon égitest területének hozzáféréseiből.

Az égitestek szabad hozzáférése pedig olyan jog, amely tiltja azokat a tevékenységeket, amelyek kizárnak más államokat ugyanazon égitest területének hozzáféréseiből.

A KISAJÁTÍTÁS ELMÉLETI ÉRTELMEZÉSE

Két értelmezés áll szemben egymással, aszerint, hogy a fenti rendelkezés az égitestek erőforrásainak tulajdonjogát is szabályozza-e vagy sem. Akik szerint a kisajátítás tilalma hatálya alá tartoznak az égitestek erőforrásai, azzal érvelnek, hogy a Világűrszerződést kontextuálisan szükséges értelmezni, így nem lehet szétválasztani a terület és ott található erőforrások tulajdonjogát, a nemzetközi béke és

25. ábra. Az Apollo–11 és az Apollo–17 küldetések során a Hold felszínére kihelyezett amerikai zászló [52; 65]



biztonság mindenek felett áll [47], valamint a Világűrszerződés tiltja tulajdonjogok megszerzését. [48]

A másik álláspont szerint a kisajátítás tilalma nem utal az ásványi erőforrásokra. [49] Kiemelendő, hogy a IISL (International Institute of Space Law – Nemzetközi Űrjogi Intézet) 2015-ben kiadott állásfoglalása szerint „az kétségtelen, hogy a világűrben a területszerzés tiltott, viszont kevésbé egyértelmű, hogy az égitestek erőforrásaira is kiterjed a tilalom” [50]

A korábbi mintagyűjtő küldetések által megvalósított kisajátítások ellen egyetlen állam sem tiltakozott [51], bár hozzá kell tenni, hogy azok kutatási célt szolgáltak, amely megengedett a Világűrszerződés szerint is.

A KISAJÁTÍTÁS GYAKORLATI ÉRTELMEZÉSE

A Luna- és az Apollo-program során a kor két szuperhatalma egyértelműen leszögezte, hogy az égitesteket nem lehet kisajátítani felségjelvényekkel.

Azonban különböző égitestekről gyűjtött minták kisajátíthatók kutatási céllal – a Világűrszerződés I. cikk III. bekezdése alapján – mindazonáltal ezek közül néhányat később diplomáciai kapcsolatok ápolása érdekében is felhasználtak [53], vagy elérvezték, így tehát magántulajdonba kerültek.

Kiemelt jelentőséggel bírt az az eset, amikor az Egyenlítő mentén fekvő államok⁷ 1976-ban (az ún. bogotai nyilatkozatban) kinyilvánították a geostacionárius pálya feletti joghatóságukat, mindazonáltal a nemzetközi közösség elutasította azt. Az eset alapján az is nyilvánvalóvá vált, hogy nem lehet a kisajátítani a Föld körüli pályákat sem.

A magánszemélyek általi kisajátítás is tilalmazott, mivel a Világűrszerződés II. cikke a kisajátítás valamennyi módozatát tilalmazza, továbbá egyes sarkalatos jogelvek is alátámasztják ezt az értelmezést, mint például: egy magánjogi szerződés nem hatálytalaníthat egy közjogi szerződést (*privatorum conventio iuri publico non derogat*), valamint a római jogból származó alapelv, hogy senki sem ruházhat át több jogot, mint amennyivel maga rendelkezik (*nemo plus iuris*). [54]

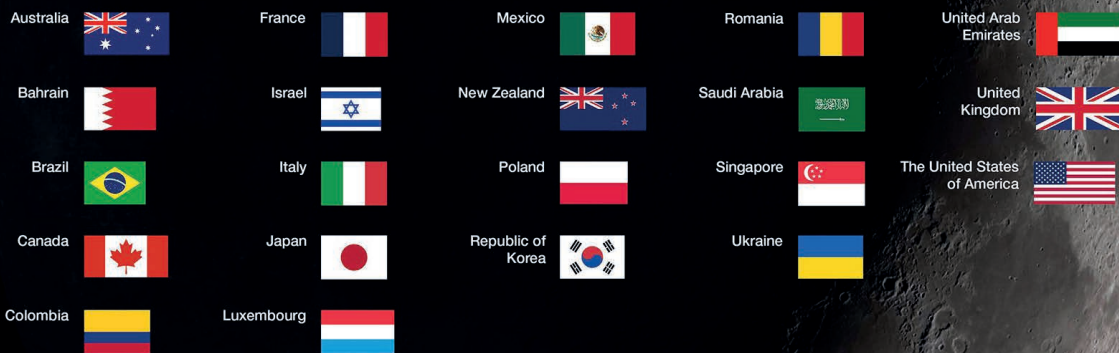
A NEMZETI TÖRVÉNYEK

Az Amerikai Egyesült Államok 2015-ben (U.S. Commercial Space Launch Competitiveness Act), Luxemburg 2017-ben (L’exploration et l’utilisation des ressources de l’espace), az Egyesült Arab Emírség 2019-ben (Federal Law No. (12) of 2019 on the regulation of the space sector) és Japán 2021-ben (Japan: Space Resources Act) állami törvényeken keresztül biztosította magánszemélyek számára, hogy a szerves erőforrások – beleértve a vizet és más ásványokat – magántulajdonba kerüljenek. A négy állam részese az Artemis-megállapodásnak is.

E törvények a tulajdonjogok terén ugyan megnyitották a kaput, de más szabályozási szempontokról nem rendelkeznek, mint például: a bolygóvédelem, a környezetvédelem, a jogvita rendezése.

Az ENSZ Világűrbizottság (COPUOS – United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space) jogi albizottságában az amerikai törvény hatályba lépésekor Oroszország álláspontja szerint nemzetközi szinten szükséges rendezni az űrbányászati tevékenységet, mivel az többoldalú, míg az állami szabályozás egyoldalú. Az égitestek bányászata jelentős kockázatokat rejt az egész emberiség számára. Ezzel szemben az Amerikai Egyesült Államok azzal véde-

ARTEMIS ACCORDS



United for Peaceful Exploration of Deep Space

26. ábra. Az Artemis-megállapodáshoz csatlakozó országok száma folyamatosan bővül. A NASA honlapján közzétett grafika szerint napjainkig 21 ország kapcsolódott be a 2020 májusában indított programhoz [66]

kezett, hogy a nemzeti törvény nem formál tulajdonjogot a világűrre és az égitestekre, kizárólag az űrerőforrásokra. [55]

Még érdekesebb a luxemburgi jogalkotó álláspontja, aki szerint állami szabályozás nem alkalmas arra, hogy más államok elfogadják és elismerjék a magánszemélyek számára biztosított jogokat. Továbbá megállapítja, hogy Luxemburg nem rendelkezik akkora kapacitással, hogy a Földre hozott űrerőforrásokat ténylegesen hasznosítani tudja, így más országokba kell azokat szállítania. Ezek az államok lefoglalhatják az ipari mennyiségű nyersanyagokat, ha nem ismerik el a luxemburgi törvény által a magánszemélyeknek garantált jogokat. Kérdésként merülhet fel, hogyan biztosítja az állam az égitesten kialakított zónát, miközben egy aszteroida zónájának védelme egyfajta szuverenitás igényhez vezethet, amely a kisajátítás tilalmába és az égitestekhez történő hozzáférés jogát sérti? Emellett aggályos az is, hogyan lehet meghatározni az illetékes bíróságot a tulajdonjog elismerésének biztosítása érdekében, és hogyan lehet biztosítani e bíróság által hozott határozat elismerését? [56]

ÚT A NEMZETKÖZI REZSIM FELÉ

Az előbbi kritikákat igyekezett az 1979. évi Hold-megállapodás [57] megelőzni, amely a Hold erőforrásainak kiaknázását kívánta rendezni az „emberiség közös öröksége” státusszal. E rezsim szerint a Hold természeti erőforrásainak kutatása és használata során a kollektivitásra helyezték volna a hangsúlyt, az abból származó hasznokat a méltányosság szem előtt tartásával az államok megosztották volna egymás között. Ezzel szemben a Világűrszerződés által létrehozott res communis státusz a világűr kutatása és használata terén a részes államokra bízta az együttműködést és a hasznok megosztása esetében az „aki kapja marja elv” érvényesül.

A Hold-megállapodás a Hold természeti erőforrásainak kiaknázása céljából egy nemzetközi hatóság létrehozására kötelezi az államokat, mielőtt az ilyen kiaknázás közeli lehetőségé válna. [57, 11. cikk (5).] A megállapodás nem vált széles körben elismertté az államok között, mivel a fejlett iparral rendelkező nemzetek nem kívántak előre lemondani arról, hogy az égitestek erőforrásait kisajátíthassák. [58] Az elutasítás jellegét jól szemlélteti, hogy a dokumentumot jelenleg 18 állam ismerte el saját magára nézve kötelezőnek,

mindazonáltal az Egyesült Államok, Oroszország, Kína, Nagy-Britannia, valamint Franciaország nem. [59]

AZ ARTEMIS-MEGÁLLAPODÁS

Az Artemis-megállapodás (Artemis Accords) – szemben a Világűrszerződéssel és a Hold-megállapodással – egy bilaterális egyezmény, amelyben az egyik fél mindig az Amerikai Egyesült Államok. A dokumentum kifejezésre juttatja, hogy az űrerőforrások kisajátítása a Világűrszerződésben foglalt kisajátítás tilalmába nem ütközik (10. sec. 2.). 2022. augusztus 17-ig bezárólag a megállapodásnak jelenleg már 21 állam részese. [60] Az Artemis-megállapodás ún. biztonsági zónák (safety zones) létrehozását szorgalmazza. E zóna egy olyan terület, ahol tevékenységet végeznek vagy nem várt esemény következhet be, és interferenciát tud okozni. (11. sec. 7.) Továbbá a megállapodás részes államai ezzel együtt tiszteletben tartják az égitestek hozzáféréseinek jogát. (11. sec. 11.)

Oroszország szerint az Egyesült Államok úgy tekint rájuk, mint akiktől védelmezni kell az amerikai érdekeket az égitestek bányászatában, míg Kína nem ért egyet a kisajátítás rendelkezésének egyoldalú értelmezésével, ezért e két ország nem írta alá a megállapodást. A szakirodalom álláspontja szerint a megállapodás nem kötelező erejű, inkább egy politikai állásfoglalás, amely későbbi tárgyalásokra nyújthat alapot. [61]

A megállapodásból ismertett rendelkezések alapjai lehetnek egy jövőben megalkotandó kötelező érvényű multilaterális egyezménynek, feltéve, hogy az amerikai álláspont fog érvényesülni.

ÖSSZEGZÉS

Az égitestek bányászata mind technológiai, mind jogi értelemben még a kezdet kezdetén áll. A nemzeti törvényekkel az államok ösztönözni kívánják a technológia fejlesztését a magánszektorban, így a nemzetközi világűrjogban elkezdődhet egy régen vitatott kérdés tisztázása. Ezt követően a nemzetközi közösség létre tud hozni egy keretrendszert, amelyben tisztázzák az égitestek ásványkincseinek kitermelésével kapcsolatos rendelkezéseket. Kiemelt szempont lehet a bolygóvédelem, a világűr környezetének védelme mellett egy nemzetközi hatóság létrehozása. Ez utóbbi je-



lentsége abban nyilvánulhat meg, hogy alapvető koordinációs szabályok megalkotásával foglalkozhat. A szabályok létrehozásával elkerülhetővé válik, hogy két állam ugyanazon a területen kíván bányászni, így a szabályozás a nemzetközi béke és biztonság veszélyeztetésének megelőzését szolgálja.

A mintagyűjtő küldetésekkel az emberiség még csak kutatja, hogy az őt körülvevő anyagvilágban milyen ásványok találhatóak és milyen módszerek szükségesek azok begyűjtéséhez. Az eddig Földre hozott minták tömege összesen kb. 384 kg, amelyből 382 kg az Apollo-program révén került a kutatókhoz. A személyzet által végrehajtott mintagyűjtő küldetésekkel jelentős mértékben több mintát lehet gyűjteni, mindazonáltal ez a megoldás nagyobb kockázattal is jár. A robotizált küldetések során még csak pár kilogramm begyűjtésére képes a technológia. A küldetések gyakoriságát vizsgálva arra juthatunk, hogy nem a közeljövőben fog megvalósulni az égitestek bányászata.

Az emberiségnek meg kell fontolnia a világűrben található kincsek kitermelésekor azt a szempontot is, hogy saját fogyasztói igényeit kívánja-e kielégíteni, vagy megpróbál további válaszok után kutatni az univerzum keletkezésének történetéről.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [40] Gál Gyula, *Világűrjog*, (Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1964) 222.;
- [41] Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies; Treaties and international agreements registered or filed and recorded with the Secretariat of the United Nations; Registration number: 8843, Vol.: 610.; (London, 1967), 205.;
- [42] 1967. évi 41. törvényerejű rendelet a „Szerződés az államok tevékenységét szabályozó elvekről a világűr kutatása és felhasználása terén, beleértve a Holdat és más égitesteket” című, Moszkvában, Londonban és Washingtonban 1967. január 27-én aláírt szerződés kihirdetéséről;
- [43] Stephan Hobe et al., *Cologne Commentary on Space Law*, Vol. 1, (Outer Space Treaty, Wolters Kluwer, Deutschland, 2009), 34.;
- [44] Ricky J. Lee, „Law and Regulation of Commercial Mining of Minerals in Outer Space” (Springer, Germany, 2012), 164.;
- [45] Németh Péter, „Az első nemzetközi űrrepülés: 40 év távlatából (2. rész)” *Űrvilág* kutatási hírportál 2015 http://www.urvilag.hu/szojuz_apollo_kozos_urrepules/20150717_az_első_nemzetkozi_urrepules_40_ev_tavlatabol_2resz (Letöltve: 2022.4.28.);
- [46] Kemal Baslar, *The Concept of the Common Heritage of Mankind in International Law* (Martinus Nijhoff Publishers, Netherlands, 1998), 41.;
- [47] Frans G. von der Dunk és Fabio Tronchetti, szerk, *Handbook of Space Law*, (Edward Elgar Publishing, United Kingdom, 2015), 780.;
- [48] John G. Sprankling, *The International Law of Property*, (Oxford, England 2014), 180.;
- [49] Fabio Tronchetti, *The Exploitation of Natural Resources of the Moon and Other Celestial Bodies: A Proposal for a Legal Regime*, (Martinus Nijhoff Publishers Netherlands, 2009). 29.;
- [50] IISL Position Paper on *Space Resource Mining* II. 1. (b) pont;
- [51] 114th Congress 1st session, *Space Resource exploration and utilization act of 2015. Report*;
- [52] Forrás: <https://www.hq.nasa.gov/alsj/a11/AS11-37-5516HR.jpg> (Letöltve: 2022.4.28.);
- [53] Punczman Ádám, „Tulajdonjogi kérdések a világűrben” *Aula* 2021 <https://www.ludovika.hu/magazin/aula/2021/02/20/tulajdonjogi-kerdesek-a-vilagurben/> (Letöltve: 2022.4.28.);
- [54] Sarah Coffey, „Establishing a Legal Framework for Property Rights to Natural Resources in Outer Space” *Case Western Reserve Journal of International Law* Vol. 41 Issue 1 (2009), 139.;
- [55] Thomas Cheney, „Reactions to the US Space Act 2015, Statements at COPUOS” (Space Generation Advisory Council University of Sunderland, UK) <https://www.universiteitleiden.nl/binaries/content/assets/rechtsgeleerdheid/instituut-voor-publiekrecht/lucht--en-ruimterecht/6.-reactions-to-the-us-space-act-2015-cheney.pdf> (Letöltve: 2022.4.28.);
- [56] CONSEIL D'ÉTAT n° 51.987 du, N° dossier parl.: 7093, *Projet de loi sur l'exploration et l'utilisation des ressources de l'espace*, Avis du Conseil d'État 7 avril 2017;
- [57] Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies; Treaties and international agreements registered or filed and recorded with the Secretariat of the United Nations, Registration number: 23002, Vol. number 1363, New York, 1979.;
- [58] Bartóki-Gönczy, Balázs, „Az Űrtevékenység Nemzeti Szintű Szabályozása.” *Világűrjog*, 2022.;
- [59] United Nations Treaty Collection *Agreement governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies 1979* Chapter XXIV Outer Space https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=IND&mtdsg_no=XXIV-2&chapter=24&clang=en (Letöltve: 2022.4.28.);
- [60] Tariq Malik, „Romania signs the Artemis Accords for space exploration cooperation” *Space.com* 2022 <https://www.space.com/romania-signs-artemis-accords> (Letöltve: 2022.4.28.);
- [61] Rossana Deplano, „The Artemis Accords: Evolution or Revolution in International Space Law?” *International & Comparative Law Quarterly*, Volume 70, Issue 3, (July 2021), DOI: <https://doi.org/10.1017/S0020589321000142>;
- [62] Forrás: NASA/JPL-Caltech. <https://www.jpl.nasa.gov/images/pia23500-mars-ascent-vehicle-deploying-sample-container-in-orbit-artists-concept> (Letöltve: 2022.6.3.);
- [63] Forrás: https://www.unoosa.org/images/spacelaw/Signing_OS_Treaty_UN_Photo.jpg (Letöltve: 2022.6.3.);
- [64] Forrás: https://www.nasa.gov/sites/default/files/images/467635main_astp17_handshake_full.jpg (Letöltés: 2022.6.3.);
- [65] Forrás: <https://history.nasa.gov/alsj/a17/AS17-134-20466HR.jpg> (Letöltés: 2022.6.3.);

JEGYZETEK

- 7 Ecuador, Indonézia, Kenya, Kolumbia, Kongó, Uganda, Zaire és Brazília.
8 Az Egyesült Államok, továbbá Ausztrália, Brazília, Dél-Korea, Egyesült Arab Emírségek, Egyesült Királyság, Izrael, Japán, Kanada, Lengyelország, Luxemburg, Mexikó, Olaszország, Románia, Ukrajna, Új-Zéland. (A közelmúltban csatlakozott újabb öt ország: Bahrein, Szingapúr, Kolumbia, Franciaország és Szaúd-Arábia.)

1. ábra. A Magyar Honvédség Gidrán harcjárművének távvezérlésű, moduláris kialakítású tornya a feladatokhoz alkalmazkodva lehetővé teszi a 7,62 mm-es és 12,7 mm-es űrméretű géppuskák, valamint a 40 mm-es gránátvető alkalmazását (Forrás: MH 25. Klapka György Lövészdandár)



Havrilla Ferenc* – Sebők István** – Dr. Vég Róbert László***

A Gidrán növelt páncélvédettségű harcjármű fegyverzete

EJDER YALÇIN 4x4 (GIDRÁN)

Az újgenerációs Ejder Yalçin 4x4 növelt aknavédettséggel rendelkező jármű tervezése 2012-ben kezdődött meg, amikor a változó harcászati követelményekhez igazodva egy olyan jármű alkalmazása vált szükségessé, amely az aszimmetrikus és a konvencionális hadviselésben egyaránt megfelelő. Az Ejder Yalçin 4x4 járművet 2012-ben még csak egy számítógépes grafika ismertette, azonban a jármű prototípusát 2013-ban már kiállították az Isztambulban megrendezett Nemzetközi Hadiipari Vásáron (International Defence Industry Fair – IDEF). A járművel szemben támasztott, megvalósítandó célként fogalmazták meg, hogy nagy fokú mozgékonyabb és kimagasló terhelhetőség mellett utasainak a legmagasabb szintű biztonságot nyújtsa. A tervezés alapjául

a nagy mozgékonyabb többcélu kerek járművek (High Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle – HMMWV) és az aknák, valamint a rajtaütés ellen védett (Mine Resistant Ambush Protected – MRAP) harcjárművek alkalmazási elvei szolgáltak. Mindezt kiegészítették a gyártó, Nurol Makina által korábban tervezett Ejder 6x6 páncélozott szállító harcjárművel, a gyakorlat során szerzett tapasztalatok. Az elsődleges szempontok között szerepelt a járműcsalád hasznos teherbírásának növelése, valamint a minél gyorsabb feladatvégrehajtás, amelyekkel elsősorban a különleges erők által támasztott igényeket elégítették ki. A Magyar Honvédség igényei szerint kialakított Gidrán műszaki-technikai paraméterei alapvetően megegyeznek az Ejder Yalçin Block 4+ jármű adataival, vagy attól csak kis mértékben térnek el. Az eltérések főként a rendszeresített eszközök és fegyverek

ÖSSZEFOGLALÁS: A Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretében számos új, korszerű harcjármű és fegyverzet beszerzéséről született döntés, amelynek következtében jelentősen megújul a szárazföldi csapatok eszközállománya. Az új járművek és fegyverek, új képességeket is jelentenek a haderő számára. A korszerű harcjárművek számos új fedélzeti fegyverrendszert alkalmaznak, a tanulmány egy ilyen megoldást vizsgál. A Gidrán növelt páncélvédettségű harcjárműhöz integrálhatók az Aselsan vállalat SARP fegyverplatformjának különböző alváltozatai.

KULCSSZAVAK: Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program, Gidrán, SARP, Aselsan, Ejder Yalçin

ABSTRACT: Under the Defense and Armed Forces Development Program, a large number of new, state-of-the-art combat vehicles and armaments have been decided upon, as a result of which the assets of the ground troops will be significantly renewed. New vehicles and weapons also mean new capabilities. Modern combat vehicles have a number of new on-board weapons. The study examines such a solution.

KEY WORDS: Defense and Armed Forces Development Program, Gidrán, SARP, Aselsan, Ejder Yalçin

* Honvéd tisztjelölt, NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9430-3237>

** Tanársegéd, NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3276-4078>

*** Egyetemi docens, NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9786-6702>



elhelyezése miatt váltak szükségessé. A járművek sajátosága a távvezérlésű, moduláris kialakítású torony, amely a feladatokhoz alkalmazkodva lehetővé teszi a 7,62 mm-es és 12,7 mm-es űrméretű géppuskák, valamint a 40 mm-es gránátvető alkalmazását. [1]

ASELSAN SARP

A török Aselsan A.Ş vállalat által fejlesztett SARP (Stabilized Advanced Remote Weapon Platform – fejlett távirányítású stabilizált fegyverállomás) család a ROWS (Remotely Operated Weapon Station – távirányítással működtetett fegyverrendszer) fegyverrendszerek közé tartozik. Ebbe a SARP családba számos első kialakítású ROWS-változat tartozik, amelyeket a különböző feladatok által támasztott követelményeknek megfelelően fejlesztettek ki. A fegyverrendszer nemcsak újonnan gyártott harcjárművekre, de a már használatban lévőkre is felszerelhető a tüzérő és túlélőképesség növelése érdekében.

SARP

A SARP alapváltozata (2. ábra) hagyományos ROWS-ként bármilyen típusú páncélozott harcjárműre felszerelhető, vagy adott esetben statikusan letelepíthető a kívánt harcálláspontokra.

A SARP fegyverrendszer többféle fegyverzeti konfigurációt biztosít az alkalmazók számára.

A beszerelhető 7,62 milliméteres géppuskák közé tartozik az FN MAG (Mitrailleuse d'Appui Général – általános támogató géppuska), a belga FN Herstal – teljes nevén Fabrique Nationale Herstal (FN) – lőfegyvergyártó cég ismert terméke, az ugyancsak a Fabrique Nationale d'Herstal által az amerikai hadsereg számára fejlesztett M240-es, valamint a Rheinmetall AG által gyártott MG3-as is. A támogatott 12,7 milliméteres nehéz géppuskák közé az amerikai Browning M2HB (Heavy Barrel) változatok és az orosz NSZVT változatok tartoznak. A 40 milliméteres automata gránátvetőből a Saco Defense Industries (napjainkban General Dynamics Ordnance and Tactical Systems) által gyártott MK19 Mod 3 AGL (Automatic Grenade Launcher) kompatibilis a fegyverrendszerrel.

2. ábra. Az Aselsan SARP alapváltozata, 12,7 milliméteres nehéz géppuskával szerelve [2]



A rendszer hatalmas előnye, hogy a fegyverek kialakításából adódóan a fegyverek beszerelése és rögzítése egyszerűen elvégezhető, ennek köszönhetően akár a terepen is könnyen megoldható azok cseréje speciális eszközök igénybevétele nélkül.

A platform 7,62 milliméteres lőszerből 1000 darab; 12,7 x 99 milliméteres lőszerből 400 darab, valamint 40 milliméteres gránátból 96 darab befogadására képes.

A fegyverplatform egy téglalap alakú alapon helyezkedik el. A lőszertároló rakaszt a fegyvertorony bal oldalán helyezték el. A fegyver, az optikai berendezések és a fegyver függőleges irányban mozgatható emelőrendszere egyaránt középen helyezkednek el. Az optikai irányzék közvetlenül a fő fegyver alatt, az emelőrendszer tetején található. Mivel a lőszeradagolás hevederből történik, így egy mechanikus hevedervezető öv nyúlik a tölténytárolótól a fő fegyver bal oldalán elhelyezkedő lőszeradagoló nyílásig, amelynek elhelyezkedése fegyverenként eltérő lehet.

A SARP fegyvertornyot egy girosztabilizált Aselsan ATS-60 elektrooptikai szenzorrendszerrel szerelték fel, amely egy nappali CCD TV kamerával, valamint egy hűtött hőképekalkotó kamera is rendelkezik. Az újabb modellek esetében már lehetőség lesz az ATS-70 vagy az ATS-71-es szenzorrendszer megrendelésére, amely lézeres távolságmérővel egészül ki, így hatékony tüzelési képességet biztosít kedvezőtlen időjárási és harcéri körülmények között is.

A SARP fegyvertorony tűzvezető rendszeréhez tartozik egy lézeres távolságmérő, amelynek alkalmazásával megnövelhető az első leadott lövés találati valószínűsége. Emellett az eszköz a fegyverkezelő számára egy automatikus figyelmeztető rendszert is tartalmaz, amely jelzi, hogy hány darab lőszer maradt még a lőszertárolóban, illetve hány lőszer került felhasználásra. A rendszerhez automati-

3. ábra. Aselsan SKGB fegyverzetkezelő konzol [3]



1. táblázat. SARP fegyvertorony fontosabb adatai (A szerzők szerkesztése [2] alapján)

Fegyverzet	12,7 mm-es nehéz géppuska, vagy 7,62 mm-es géppuska, vagy 40 mm-es automata gránátvető	
Lőszer	1000 db 7,62 × 39 mm-es lőszer, vagy 400 db 12,7 × 99 mm-es lőszer, vagy 96 db 40 × 53 mm-es gránát	
Magassága	750 mm	
Fegyvertorony adatai	típusa	Elektromos forgatás és üzemeltetés egy beépített, manuálisan is működtethető pótrendszerrel, valamint rendszer felülírással vészhelyzetek esetére.
	kezelő	toronylövész
	horizontális mozgatása	360°
	vertikális mozgatása	-30°-tól +60°-ig
	maximális horizontális mozgatás sebessége	>60°/s
	maximális vertikális mozgatás sebessége	>60°/s
	stabilizáció	kéttengelyes
Optika	hőképkalkotó kamera	hűtött, 2× digitális zoom
	látómező (FOV)²	szűk FOV: 2° × 1.6° (± 10%) közepes FOV: 6° × 4.8° (± 10%) széles FOV: 16.8° × 13.5° (± 10%)
	nappali optika	folyamatos 12× digitális zoom
	látómező (FOV)	szűk FOV: 2° × 1.5° (± 10%) közepes FOV: 6° × 4.5° (± 10%) széles FOV: 16.8° × 12.6° (± 10%)
	lézeres távolságmérő	1. osztályba tartozó „eye-safe” eszköz, hatótávolsága 100-tól 20 000 m-ig terjed, pontossága ± 5 m
Tömeg	külső platform	165 kg (beszerelt fegyverzet és lőszer nélkül)
	belső egységek	50 kg
Üzemeltetési hőmérséklettartománya		-30°C-tól +60°C-ig

kus célpontkövető (Automatic Target Tracking – ATT) képesség is tartozik, amely mellé kiegészítő opcióként egy infravörös lézerpontér is beszerelhető.

Mindezekon felül a fegyvertoronyhoz külső érzékelők is kapcsolhatók, mint például az ASELSAN SEDA Gunshot Detection System¹ (SEDA lövésérzékelő rendszer).

A fegyvertorony vezérlését a fegyverkezelő a jármű közepén lévő küzdőtérből végzi. A vezérlés egy LED-kijelzőn keresztül történik (3. ábra) joystick segítségével.

A SARP fegyvertorony alapváltozata nem rendelkezik páncélvédelemmel, azonban több különböző változatban gyártják, amelyek igény szerint elláthatók kiegészítő páncélzattal a fegyver, vagy az optikai eszközök védelme érdekében.

A SARP fegyvertorony vezérlési hiba vagy elektromos meghibásodás esetén manuálisan is kezelhető, mozgatható.

WIRELESS3 SARP

A Wireless SARP-változat (4. ábra) lehetővé teszi, hogy a fegyvertorony működtethető legyen akkor is,

ha nincs közvetlen vezetékes kapcsolata a vezérlőegység-gel, amikor az a fegyvertoronytól távol helyezkedik el.

A vezeték nélküli SARP-változat előnye, hogy a vezérlő-állomás és a fegyverrendszer között eddig vezetékekkel

4. ábra. Aselsan SARP Wireless változata [4]



2. táblázat. A Wireless SARP fegyvertorony fontosabb adatai (A szerzők szerkesztése [4] alapján)

Fegyverzet		12,7 mm-es M2HB vagy NSZVT nehéz géppuska vagy 7,62 mm-es FN MAG, M240 vagy MG3 géppuska, vagy 40 mm-es MK19 Mod 3 automata gránátvető
Lőszer		1500 db 7,62 × 39 mm-es lőszer, vagy 400 db 12,7 × 99 mm vagy 12,7 × 108 mm lőszer, vagy 96 db 40 × 53 mm-es gránát
Tömeg	külső platform	200 kg (beszerelt fegyverzet és lőszer nélkül)
	belső egységek	45 kg
Üzemeltetési hőmérséklet-tartomány		-32°C-tól +55°C-ig

3. táblázat. A SARP Dual fegyvertorony fontosabb adatai (A szerzők szerkesztése [5] alapján)

Fegyverzet	elsődleges fegyver	12,7 mm-es M2HB nehéz géppuska, vagy 7,62 mm-es FN MAG géppuska, vagy 40 mm-es MK19 Mod 3 automata gránátvető
	másodlagos fegyver	7,62 mm-es FN MAG vagy M240 géppuska
Lőszer	elsődleges fegyver	1500 db 7,62 × 51 mm-es lőszer, vagy 400 db 12,7 × 99 mm-es lőszer, vagy 96 db 40 × 53 mm-es gránát
	másodlagos fegyver	400 db 7,62 × 51 mm-es lőszer
Tömeg	külső platform	250 kg (beszerelt fegyverzet és lőszer nélkül)
	belső egységek	40 kg
Magasság		900 mm
Védettség		STANAG 4569 Level 2

biztosított összeköttetést vezeték nélküli cserélt, ennek nyomán megközelítőleg 5 kilogrammal csökkenti a belső komponensek mennyiségét és a teljes rendszer tömegét. Ezen felül még azt a taktikai előnyt is biztosítja a kezelő számára, hogy a rendszer távolról is üzemeltethető, ezzel potenciálisan megnövelve a kezelő védettségének szintjét.

A vezeték nélküli SARP-változat elsősorban stacioner telepítésre, pontvédelemre alkalmas, azonban UGV⁴-ken való alkalmazása is komoly potenciált rejt magában.

SARP DUAL

A SARP Dual (5. ábra) alapjául is a SARP-rendszer szolgált, annyi módosítással, hogy a fő fegyver mellé, párhuzamos módon egy fegyverbakot alakítottak ki a fegyvertorony jobb oldalán, amely egy további 7,62 milliméteres géppuska beszerelését teszi lehetővé a fegyvertoronyba. Amíg az elsődleges fegyverhez 7,62 milliméteres géppuska esetén 1500 darab lőszer; 12,7 milliméteres nehéz géppuska ese-

5. ábra. Aselsan SARP DUAL változat [5]



4. táblázat. A SARP-L fegyvertorony fontosabb adatai (A szerzők szerkesztése [6] alapján)

Fegyverzet	7,62 mm-es M134 Gatling Minigun, vagy 7,62 mm-es FN MAG vagy M240 géppuska, vagy 5,56 mm-es FN Minimi könnyű géppuska
Lőszer	400 db 7,62 × 51 mm-es lőszer (hevederezett), vagy 500 db 5,56 × 45 mm-es lőszer (hevederezett)
Magasság	550 mm
Tömeg (platform)	80 kg (beszerelt fegyverzet és lőszer nélkül)
Védettség	STANAG 4569 Level 1



6. ábra. Aselsan SARP-L változat [6]

tén 400 darab lőszer, vagy 40 milliméteres gránátvető esetében 96 darab gránát, addig a párhuzamosított 7,62 milliméteres géppuska esetében csupán csak 400 darab lőszer hordozható a fegyvertoronyban.

Akárcsak az alap SARP esetében, a SARP Dual ugyancsak ellátható azokkal a felszerelésekkel, amelyek a SARP Wireless változatán találhatóak, lehetővé téve ezzel, hogy a fegyvertorony irányítható legyen vezeték nélküli kapcsolattal is.

A SARP Dual páncélozott változat, amelynek páncélvédeltségi szintje megfelel a STANAG 4569 Level 2 szinten meghatározott követelményeknek.

SARP-L

A SARP-L az alap SARP fegyvertorony módosított változata, amely így több különböző fegyver befogadására képes (6. ábra).

A SARP-L fegyvertornyot a 7,62 milliméteres, hatsövű M134 Gatling Minigun fegyver integrálására tervezték. Természetesen azonban nemcsak ennek az egy fegyvernek a befogadására képes a platform, hanem szerelhető még egy 7,62 milliméteres FN MAG vagy M240-es géppuskával, vagy pedig 5,56 milliméteres FN Minimi könnyű géppuskával. A standard hordozható lőszer mennyiség hevederezett; mennyisége 7,62 milliméteres lőszerből 400 darab, míg az 5,56 milliméteres lőszerből 500 darab, ugyancsak hevederezve.

Ellentétben az alap SARP fegyvertorony-kialakítással, a szenzorrendszer a fegyvertorony jobb oldalán található, a fegyver pedig az attól balra elhelyezkedő fegyverbakba szerelhető. A lőszeret tartalmazó rakasz a fegyverbak bal oldalán helyezkedik el.

A szenzorrendszer kialakítása az alap SARP fegyvertoronyokban használtakhoz képest megváltozott, ugyanis ennél a verziónál az irányzó berendezés szenzora a középső pozícióból átkerült a műszer felső részébe. Ezen felül egy lézeres távolságmérőt is integráltak a szenzordobozba, valamint egy nappali fényviszonyok mellett használható, és egy hőképképző kamerát is beszereltek az eszközbe.

A SARP-L páncélozott változat, amelynek páncélvédeltségi szintje megfelel a STANAG 4569 Level 1-ben meghatározott követelményeknek.

SARP ANTI-TANK

A SARP Anti-Tank (páncéltörő) változata (7. ábra) is a SARP fegyvertorony alapra épült, azonban két irányított páncéltörő rakéta (Anti-Tank Guided Missile – ATGM) indítására alkalmas csővel szerelték fel.

Az elsődleges fegyverzet befogadására kialakított fegyverbakba – hasonlóan az összes többi változathoz – egy

5. táblázat. A SARP Anti-Tank fegyvertorony fontosabb adatai (A szerzők szerkesztése [7] alapján)

Fegyverzet	12,7 mm-es M2HB vagy NSZVT nehéz géppuska, vagy 7,62 mm-es FN MAG vagy M240 géppuska, vagy 40 mm-es MK19 Mod 3 automata gránátvető 2 darab ATGM	
Lőszer	1500 db 7,62 × 51 mm-es lőszer, vagy 400 db 12,7 × 99 mm-es, vagy 200 db 12,7 × 108 mm-es NSZVT lőszer, vagy 96 db 40 × 53 mm-es gránát 2× irányított páncéltörő rakéta	
Magasság	1550 mm	
Tömeg	külső platform	370 kg (beszerelt fegyverzet és lőszer nélkül)
	belső egységek	40 kg
Védettség	STANAG 4569 Level 2	
Üzemeltetési hőmérséklet-tartomány	-32°C-tól +55°C-ig	





7. ábra. Az Aselsan SARP Anti-Tank változata NSZVT nehéz géppuskával és 2 darab irányított páncéltörő rakétával szerelve [7]

7,62 milliméteres FN MAG, valamint egy M240-es géppuska, vagy egy 12,7 milliméteres M2HB, illetve NSZVT nehéz géppuska, vagy pedig egy 40 milliméteres MK19 Mod 3 automata gránátvető szerelhető be. A fegyverbakhoz tartozó rakaszban 1500 darab 7,62 milliméteres, vagy 400 darab 12,7 milliméteres M2HB, vagy 200 darab NSZVT lőszer helyezhető el. A 40 milliméteres gránátvető tárolókapacitása 96 darab gránát.

Mindezen felül a konfiguráció lényegéeként a SARP Anti-Tank fegyvertoronyát egy pár irányított páncéltörő rakétával szerelték fel, amelyek indítócsövekben helyezkednek el a torony tetején.

A SARP Anti-tank kialakítása az alap a SARP toronykialakítástól annyiban tér el, hogy az elsődleges fegyvertorony felett, a bal kéz felőli oldalon horizontálisan egy pár irányított páncéltörő rakéta-indítócsövet szereltek fel. Ezen irányított páncéltörő rakéták irányítórendszerét közvetlenül a fő fegyver felett helyezték el, amelynek védelmét néhány milliméter vastag fém védőpanel látja el.

A két páncéltörő rakéta vezérléséhez tartozó irányítórendszer közvetlenül a fő fegyver felett kapott helyet. A vezérlőrendszer szenzorainak védelmét egy nyitható-zárható fém védőpanel látja el, amely használaton kívüli állapot esetén csukva van. Ezen rendszer tartalmaz egy nappali és egy termáloptikát, valamint egy lézeres céljelölő/irányító rendszert a látható célpontok megjelölésére és a páncéltörő rakéták közvetlen irányítására.

A SARP Anti-tank páncéltörő változat, amelynek páncélvédettségi szintje megfelel a STANAG 4569 Level 2-ben meghatározott követelményeknek.

ÖSSZEGRÉS

A fentebb leírtak alapján elmondható, hogy az Aselsan vállalat SARP fegyverplatformja igen széles választékkal rendelkezik alváltozatok terén. A SARP fegyverplatformra integrálható eszközök olyan alapfegyverek, amelyek a világ számos haderejében megtalálhatók, és már több hadműveletben, háborús konfliktusban bizonyítottak.

Megfelelően kiképzett és felkészített kezelőszemélyzet irányításával a SARP fegyverplatformok kiemelt kormányzati, katonai és egyéb megerősített objektumok – akár külföldön lévő magyar diplomáciai képviseletek nagykövetségei és konzulátusok – védelmében is komoly szerepet játszhatnak. Objektumvédelem esetén a telepített fegyverplatformok akár mindegyike rendelkezhet más konfigurációval, az adott művelet által támasztott követelményekhez igazodva. Ezen fegyverrendszerek összekötése egy központi vezérlőegységbe lehetővé teszi a kezelők számára, hogy védett, rejtett pozícióból irányítsák ezeket a platformokat. Tűzkiváltás során képesek lehetnek a fegyvertornyok közötti váltásra annak érdekében, hogy az ellenség leküzdéséhez a megfelelő űrmérettel vagy pusztító hatásal rendelkező platformot válasszák meg.

Ezen platformok, az Aselsan vállalat SEDA akusztikus lövésérzékelő rendszerével kombinálva komoly célfelderítő és pusztító képességgel rendelkeznek védelemben – stacioner állapotban –, illetve támadásban – járműre szerelve.

Ezek az eszközök platformok és tornyok új lehetőségeket nyitottak meg a Magyar Honvédség számára is, mind régi, mind az új beszerzésű fegyverek alkalmazása terén.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Ocskay István, Vágner Szabolcs: „Gidrán – egy növelt aknavédelemmel rendelkező harcjármű megjelenése a Magyar Honvédségben II. rész”. *Haditechnika* 2021/4. pp. 52–54. DOI: 10.23713/HT.55.4.09;
- [2] SARP stabilized advanced remote weapon platform https://www.aselsan.com.tr/SARPENG_8648.pdf (Letöltve: 2022.5.5.);
- [3] Turkish Land Vehicle Programs <https://hu.pinterest.com/pin/113504853097374545/> (Letöltve: 2022.5.5.);
- [4] WIRELESS SARP wireless stabilized advanced remote weapon platform https://www.aselsan.com.tr/SARPWIRELESS_Wireless_Stabilized_Advanced_Remote_Weapon_Platform_4868.pdf (Letöltve: 2022.5.5.);
- [5] SARP DUAL stabilized advanced remote weapon platform https://www.aselsan.com.tr/SARPDUAL_Stabilized_Advanced_Remote_Weapon_Platform_1774.pdf (Letöltve: 2022.5.5.);
- [6] SARP-L stabilized advanced remote weapon platform https://www.aselsan.com.tr/SARPL_Stabilized_Advanced_Remote_Weapon_Platform_7874.pdf (Letöltve: 2022.5.5.);
- [7] SARP Anti-Tank remote controlled stabilized weapon system https://www.aselsan.com.tr/SARPAntiTank_Remote_Controlled_Stabilized_Weapon_System_3124.pdf (Letöltve: 2022.5.5.).

JEGYZETEK

- 1 A gunshot detection system egyfajta lövést észlelő rendszer, amely akusztikus, rezgéses, optikai vagy más típusú érzékelőkkel, valamint azok kombinációjával érzékeli és közvetíti a lövések irányát. (A szerk.)
- 2 FOV: Field of View – látómező.
- 3 Vezeték nélküli.
- 4 Unmanned Ground Vehicle – Vezető nélküli szárazföldi jármű.



Kertész József* – Dr. Kovács Tünde Anna**

Gépjárművek ütközésbiztonsági megbízhatóságának alakulása a járművek korának előrehaladtával

Az autógyártók egy új modell piaci bevezetése előtt szigorú töréstudatokkal kell, hogy bizonyítsák termékekük ütközésbiztonsági megfelelőségét. Jogosan merül fel azonban a kérdés, hogy ezt a minősítést a jármű meddig képes teljesíteni és, hogy a jármű korának előrehaladása milyen hatással van az ütközésbiztonsági megbízhatóságára. A közlekedésbiztonságot nemcsak az új járművek fejlesztésével növelhetjük, hanem a közlekedésben már részt vevő, akár idős járművek karbantartott állapotának folyamatos fenntartásával is. Hiszen a jármű szerkezeti integritása és ütközéssel szembeni ellenálló képessége nagymértékben függ a karosszériaelemek korródáltsági mértékétől. Passzív biztonsági szempontból a korrózió és következményei globális jelentőségű tényezők, emiatt ki-

emelt figyelmet kell fordítani ezek minősítésére és elemzésére. A szerkezeti korrózió – ütközéssel szembeni ellenálló képessége – nemcsak az ütközésbiztonságra, hanem a jármű közlekedésbiztonsági megbízhatóságára is hatást gyakorolhat. Egy megfelelő műszaki állapotú futómű és kormánymű sem tekinthető közlekedésbiztonsági szempontból megbízhatónak, ha egy korróziótól meggyengült karosszériához csatlakoznak, hiszen a dinamikus mozgásból létrejövő reakcióerők kialakulását csökkentheti. Ezek az igénybevételek terepviszonyok között közlekedő honvédségi járművek esetén még intenzívebbek, vagyis a jármű terepre vonatkoztatott teljesítőképessége csökkenhet egy elöregedésből származó karosszéria-szerkezeti gyengülés miatt is. Magyarországi viszonylatban kiemelt

ÖSSZEFOGLALÁS: A gépjárműközlekedést a kezdetektől végig kísérte a biztonság igénye. A felhasználók a gazdaságosság és a hosszú távú megbízhatóság mellett a közlekedésbiztonságot is fontos követelménynek tartják járműveik megvásárlásakor. Jelen tanulmány ezen műszaki megbízhatóság és biztonság összefüggéseit vizsgálja a jármű élettartamára vonatkozóan, kiemelt figyelmet fordítva a korrózió okozta biztonsági kockázatokra. Különösen fontos téma ez a honvédség szempontjából, hiszen a járművek megbízhatósága egyértelműen meghatározzák a teljes katonai rendszer megbízhatóságát és kiszámíthatóságát.

ABSTRACT: From the beginning, motor traffic was accompanied by a need for safety. In addition to economy and long-term reliability, users also consider road safety to be an important consideration when choosing their vehicles. The present study examines the relationship between this reliability and safety over the life of a vehicle, with a particular focus on the safety risks posed by corrosion. This is a particularly important issue for the military, as the reliability status of their vehicles clearly determines the reliability and predictability of the entire system.

KULCSSZAVAK: megbízhatóság, korrózió, élettartam, közlekedésbiztonság

KEY WORDS: reliability, corrosion, service life, traffic safety

* Oktató, Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Légi és -közúti járművek Tanszék; Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola, doktorandusz. ORCID 0000-0001-9544-3135

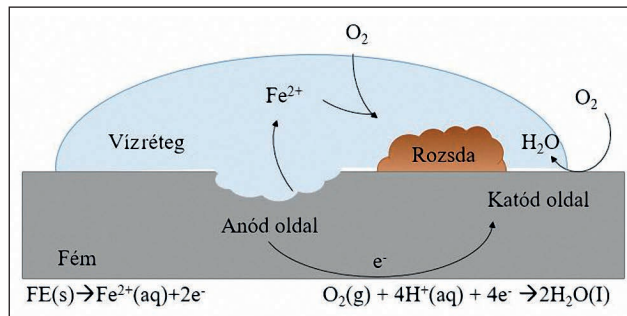
** PhD, tanszékvezető, docens, Anyag- és Gyártástudományi Intézet, Anyagtudományi Intézeti Tanszék Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar. ORCID 0000-0002-5867-5882



figyelmet kell fordítani ezen problémakör elemzésére, hiszen a honvédség járműállományának életkora meglehetősen magasnak tekinthető. Az eszközök életkora pedig közvetlen összefüggést mutat a korrózió okozta karosszéria-problémákkal és ezáltal a jármű műszaki megbízhatóságával. A Magyar Honvédség 2018-ban lecserélte a személyautó flottája jelentős részét. Az új típusok rendszeresítési követelményeként meghatározták a rendszerben tartási időtartamot, és az elérendő km-telítettséget is.

A Magyar Honvédség számára központosított közbeszerzés hatálya alá tartozó közúti járműkategóriában jelentősebb mennyiségű gépjárműbeszerzésére, a 2018-as évt megelőzően több mint húsz évvel, 1996 és 2001 között került sor. [1] Ez sem környezetvédelmi, sem közlekedésbiztonsági tekintetben nem előnyös, ráadásul a statisztikai elemzések gyakran azt is egyértelműen kimutatják, hogy egy idősebb gépjármű ritkán részesül márkaszerviz minőségű karbantartásban és javításban. A márkaszerviz-szolgáltatás nem is képezte korábban az MH fenntartási rendszerének elemét, a feladatra a csapatszintű javítószerveket szerelték és készítették fel. Csak később, a csapatjavító képességek leépítése hozta be az MH fenntartási rendszerébe a márkaszerviz-szolgáltatást. A hosszú távú karbantartás részbeni vagy teljes hiánya a közlekedési eszköz általános és ütközésbiztonsági megbízhatóságára is egyértelműen hatással van.

A járműveken fellépő korrózió a közlekedésbiztonságot veszélyeztető probléma, hiszen hatással van a karosszéria szerkezeti merevségére. Ráadásul annak ellenére, hogy a honvédségi járművek egy jelentős része nincs napi használatban, még számolnunk kell azok korrózióra visszavezethető szerkezeti gyengülésére. Műszaki szempontból megkülönböztethetünk felszíni és szerkezeti korróziót. Előbbinél a felszíni karosszériaelemeken (sárvédők, ajtók) helyi fényezési sérülés (mély karc, festéklepergés) miatt alakul ki a korrózió. Ebben a stádiumban kizárólag esztétikai problémákat vet fel a rozsdásodás. A lokális felszíni korróziók elhanyagolása azonban a teljes anyagvastagságban megjelenhet, és átterjedhet a jármű teherviselő szerkezeti egységeire is, amely már egyértelműen hatással van a jármű szerkezeti merevségére. A járművek életkorának előrehaladtával ezeknek a korrodált elemeknek a száma és kiterjedése egyre nagyobb, amelynek várható eredménye,



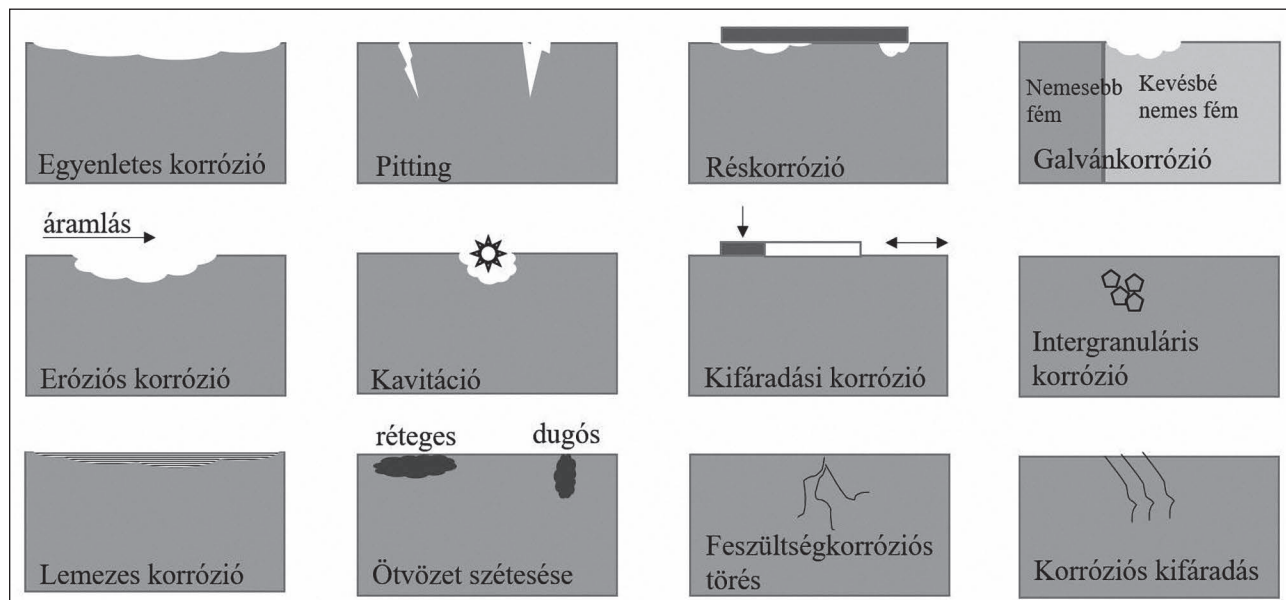
2. ábra. Az elektronátadás folyamata [2]

hogy a jármű a gyártói ütközésbiztonsági értékeket már nem tudja teljesíteni. A járművek korrózióra visszavezethető megbízhatósági problémakörének vizsgálata a legkorábbi járművek tekintetében szükségtelessé válik. Ennek oka, hogy a tömegoptimalizáció miatt a hagyományos acél – mint szerkezeti anyag – alkalmazása teljesen megszűnni látszik, és helyét a könnyűfémek és a szálerezősítő kompozitanyagok veszik át. Azonban ezen alternatív anyagok esetében is számolnunk kell bizonyos fokú korrózió jelenségével. A megbízhatóságot vizsgálva azonban nemcsak a karosszériaelemekhez alkalmazott anyagok típusait kell figyelembe venni, hanem az azokat rögzítő elemeket is, hiszen a könnyűfémek nagyarányú alkalmazása ellenére is számolnunk kell a kontaktkorrózió problémájával.

KORRÓZIÓ

A korrózió egy, a környezeti hatások által előidézett természetes, spontán folyamat, amely során az anyag alacsonyabb energiaállapot elérésére törekszik. Az acélok esetében ez az alacsony energiaszintű megjelenési forma a vasérc (vasoxid), a magasabb energiaszintű megjelenése pedig az acéltermékek. Természetes folyamat lévén, a korróziót nem lehet elkerülni, kizárólag annak sebességét egy kívánt, a felhasználás szempontjából még elfogadható szintre csökkenteni. A korróziós folyamat végén az anyag minősége megváltozik, legtöbbször kritikus mértékben

3. ábra. A korrózió megjelenési formái [2]



romlik. Felületről indul ki a folyamat és úgynevezett tömbfázis felé halad, míg végül a termék teljes vastagságára kiterjed, annak geometriája megváltozik, végső stádiumában megszűnik. Hosszú távú megbízhatóság elemzése kapcsán nemcsak kémiai, hanem elektrokémiai, átmeneti és fizikai korrózió jelenségét is feltételeznünk kell. Kémiai korrózió esetén az elektronátlépéssel járó oxidációs és redukációs folyamatok térben nem különülnek el, hanem molekuláris méreten belül zajlanak le. Elektrokémiai korrózió esetén azonban ezek az elektronátlépések már térben különülnek, és a molekuláris méreten kívül játszódnak le. [2] [3] [4] [5] Ezt a folyamatot szemlélteti a 2. ábra.

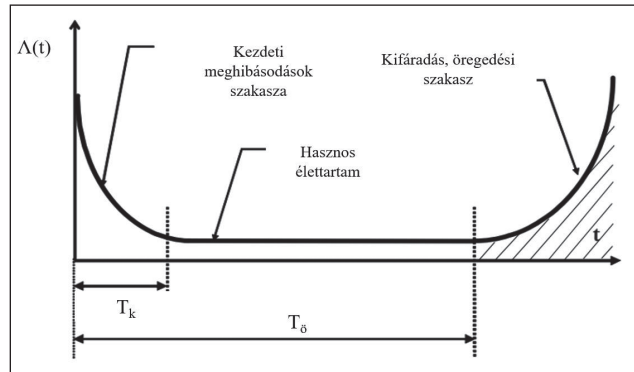
A tanulmány elsősorban az úgynevezett egyenletes felületi korrózió okozta megbízhatósági csökkenésre fókuszál, azonban a teljes körű elemzéshez figyelembe kell venni a korrózió további megjelenési formáit is. A gépjárművek komplex rendszereknek tekinthetők a felhasznált anyagok, az egyes elemek kialakítása, és az egyes elemek kialakítása és kapcsolatok alapján. Ezért a következőkben felsorolt megjelenési formák szinte mindegyike megjelenik a jármű élettartama során. Sőt, a fáradási ciklusban ezek a korróziós formák egyre sűrűbben és gyakran, egyidejűleg több formában és kombinációban is megjelenhetnek, ily módon azonban hatványozottan hozzájárulnak a megbízhatóság csökkenéséhez. A korrózió további megjelenési formáit szemlélteti a 3. ábra.

A MŰSZAKI MEGBÍZHATÓSÁG ÉS A TARTÓSSÁG ÉRTELMEZÉSE

A megbízhatóság-elmélet egy komplex tudományterület, amely a meghibásodási folyamatok mögötti törvényszerűségekkel, a megbízhatóság számszerű értékeinek és jellemzőinek meghatározásával foglalkozik. A megbízhatóság-elmélet további célja, hogy meghatározza a megbízhatóság növelésének lehetőségeit. A megbízhatóság műszaki szempontból a hibamentes működés valószínűségével fejezhető ki. A tudományterület fejlődésével beigazolódott, hogy a megbízhatóság – mint a műszaki életben gyakran használt fogalom – magába foglalja a hibamentesség, a tartósság, a javíthatóság és tárolhatóság fogalmát is. Ennek oka, hogy a felhasználók (jelen esetében a járművet használók) nemcsak az adott időtartam alatti hibamentes működést követelik meg a rendszertől, hanem azt is, hogy az adott eszköz vagy rendszer az előírásnak megfelelő karbantartás, üzemeltetés és javítások mellett tartós és megbízható legyen. [6] Műszaki megbízhatósági szempontból tehát a felhasználó a tartósságot fontos kritériumnak tekinti az általa megvásárolni és használni kívánt termékekkel kapcsolatban. A gyártók évről évre – sőt, gyakran egy éven belül is – új modellt vezetnek be, és kedvező finanszírozási eszközök bevetésével arra ösztönzik a felhasználókat, hogy legfeljebb 2–3 év használat után cseréljék le a terméket egy újabb modellre. E tekintetben azonban megkérdőjeleződik a tartósság fontossága, hiszen egy termék tartóssága hosszú távon az újabb termék iránti keresletre negatívan is hathat. Ezért manapság a tartósság kérdése inkább a másod- és harmadpiaci felhasználásnál válik ismét értelmezhetővé. Ez a fogyasztói társadalomra jellemző attitűd azonban a haditechnikai eszközök esetében nem jellemző, hiszen azok rendszerben tartását évtizedekre tervezik.

A LEGGYENGBB LÁNCZEM

Egy rendszer megbízhatósága az alkotóelemeinek megbízhatóságától, és az elemek egymással való kapcsolatától függ. Ez alapján kijelenthető, hogy egy jármű szerkezeti

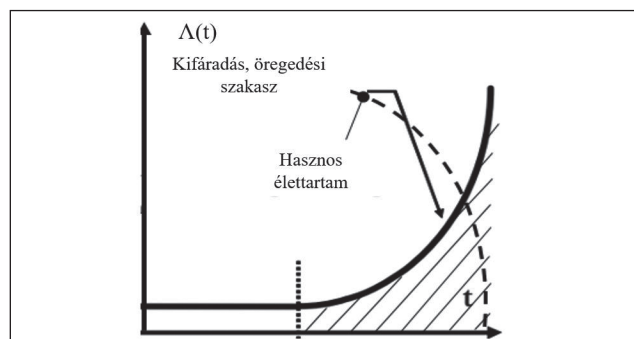


4. ábra. A meghibásodási tényező időbeli alakulása (A szerzők szerkesztése)

merevségét az abba beépített leggyengébb elem megbízhatósága és állapota határozza meg, ezért ezt a leggyengébb láncszem effektusnak is nevezhetjük. Ez a hatás azonban a teljes szerkezeti rendszer szintjén értelmezhető, hiszen a honvédség mobilitásának megbízhatóságát a járműflotta megbízhatósága határozza meg. Ezen felül figyelembe kell vennünk a megbízhatóságot befolyásoló rendszerjellemzőket. Ilyen jellemző például a rendszer struktúrája (soros, párhuzamos, redundáns) és a rendszer üzemmódja, amely szerint megkülönböztetünk folyamatos, időszakos és alkalmanként működő rendszert. [7] Jelen esetben egy korróziótól elgyengült karosszériaelem a jármű szerkezeti merevségét és teherhordó képességét is meghatározza, ezért tekinthetünk úgy a rendszerünkre, mint egy folyamatos üzemmódú rendszerre. Ugyanakkor biztonsági feladatát az útközés pillanatában fejtí, ez alapján viszont eseti, vagy más néven alkalmankénti működésről kell beszélnünk. A tanulmányhoz leginkább kapcsolódó – a megbízhatóságot befolyásoló rendszerjellemző – a meghibásodási (korrózió okozta szerkezeti gyengülés) valószínűség és az átlagos működési idő. Ezért tekintem ezeket a tényezőket a legfontosabb rendszerjellemzőknek, mert a kor előre haladtával egyre nagyobb valószínűséggel és egyre nagyobb mértékben kell számolnunk járműveink esetében a korrózió okozta szerkezeti merevség veszteségre. Ez azt jelenti, hogy a korrózió, mint meghibásodási tényező az idő függvényében nem tekinthető állandónak, ezért az ún. „fürdőkádgörbe” kifáradási, öregedési szakaszának jellemzőivel definiálható.

Az 4. ábra alapján egy termék élettartamában lehetséges meghibásodások előfordulásának valószínűsége három szakaszra bontható. A kezdeti meghibásodások a T_k szakaszban csökkenő tendenciát mutatnak, amelyet egy időben stacioner meghibásodási gyakoriság követ. [6] Végül a

5. ábra. A megbízhatóság alakulása a kifáradási szakaszban (A szerzők szerkesztése)



tanulmány szempontjából fontos szakasz a kifáradási, öregedési szakasz következik, ahol a gyakoriság emelkedő karakterisztikával növekszik, és ugyanilyen tendenciával csökken a jármű megbízhatósága ütközésbiztonsági szempontból. Ezt mutatja meg a 5. ábra.

A KAROSSZÉRIA-KORRÓZIÓ OKAI

A korrózióknak számos megjelenési formáját különböztethetjük meg a gépjárművek esetében, amelyek keletkezésük módja és előfordulási helye alapján jellemezhetők. Általános gyakorlatban a korrózió a futómű, a hajtáslánc és a hűtrendszer elemein is gyakran megjelenik, azonban a tanulmány elsősorban a karosszériaelemek korrodációs hatását vizsgálja, és von le következtetést a jármű passzív biztonsági megbízhatóságáról, az élettartam függvényében. Számos tényező befolyásolja a járművek korróziójának előfordulását, amelyek a járműtervezés folyamatához, a gyártási folyamathoz, valamint a felhasználási körülményekhez kapcsolódnak.

TERVEZÉSI SZEMPONTOK

Előfordul, hogy egy jármű tervezése során rossz tervezési megoldást alkalmaznak a konstruktőrök és ez eredményezheti azt, hogy korrózió jelenik meg a járművön annak használata során. [7] A korrózióvédelem a járműgyártás során szabványokkal irányított eljárás, amelyet a gyártónak kötelessége teljesíteni. Hiszen annak érdekében, hogy a jármű a lehető leghosszabb ideig használható legyen, korrózióálló fémek, vagy bevonatok használatát teszik szükségessé. Emellett fontos a különböző fémek közvetlen érintkezésének elkerülése, és a megfelelő alapozó és festéktípusok megválasztása. Napjainkra általánossá vált a jármű teljes szerkezetére kiterjedő védőfestékek felhordása, és az alváz és a kerékjáratok ívek speciális bevonatolása. A cél minden esetben, hogy elkerüljék az acél nedvességgel (a páratartalmat is idesorolva) történő kapcsolatát. Felhasználás során azonban a felcsapódó kövek mechanikai sérülést okozhatnak a fényezésen, megbontva ezzel a védőréteg integritását. A járművek eladhatóságát nagymértékben meghatározza az esztétikai megjelenésük. A különleges formatervezés pedig eredményezhet olyan karosszéria-kialakításokat, amelyeknél a sár és a szennyeződés lerakódik, elindítva ezzel egy bomlási folyamatot. A mezőgazdasági és katonai járművek esetében azonban a funkcionalitás felülírja az esztétikai, valamint a szennyeződés, illetve a lerakódás mentes szempontú tervezést.

GYÁRTÁSI FOLYAMATOK

Egy helyesen megtervezett karosszéria esetében is előfordulhat, hogy a rosszul megválasztott, vagy alacsony gyártási minőség negatívan hat a jármű hosszú távú megbízhatóságára. [7] A gyártási ciklus számos lépésből áll, amelyek különösen fontosak a jármű korrózióvédelme szempontjából. Ilyen technológiai kérdés például a hegesztés minősége és típusa, a felület-előkészítés minősége, hiszen ezek magukkal vonják a lehetséges repedések kialakulását, amelyekből korrózió indulhat el. Nem megfelelő minőségű illesztéseknél, hibás tömítéseknel a nedvesség a többrétegű karosszériaelemek belsejébe szívárogthat, amely szintén eredményezhet belső oxidációs folyamatot. [8] [9]

ÜZEMELTETÉSI KÖRÜLMÉNYEK, KARBANTARTÁS

A környezeti és légköri viszonyok nagymértékben meghatározzák a jármű korrózió-ellenálló képességét annak élettartama során. A magas páratartalom, a savaseső, az útszóró sók és folyadékok mind hozzájárulnak a karosszéria védőrétegének megbontásához, majd a szerkezeti elemek korrodációjához. Ennél a problémaforrásnál azonban nagymértékben szerepet játszik a felhasználó által végzett tisztítások és karbantartások jelentősége. A síkosságmentesítő sótól, sártól megtisztított járművet sokkal nagyobb élettartam-megbízhatóság jellemzi, mint egy elhanyagolt példányt. [10] A honvédségi járműflotta tekintetében az üzemeltetési körülmények fontos értékelési szempontok, hiszen az off-road környezetben történő közlekedés segíti a korróziós folyamatok megindulását. A nehéz terepen történő közlekedés a járművek alvázán fizikai sérüléseket okozhat, amelyek mint korróziós trigger pontok maradnak meg a szerkezeten. A sáros, poros környezetben történő üzemeltetés pedig a tervezési szempontoknál már említett hosszú távú szennyeződés lerakódását is eredményezheti, ahol a nedves-sáros közeg szintén megbonthatja a szerkezet egységét.

VESZÉLYELEMZŐ MÓDSZEREK

Egy részlegesen vagy teljes mértékben korrodált karosszériaelem hatással van a gépjármű ütközésbiztonságára, ezáltal veszélyeztetheti a járműben utazók testi épségét, hiszen baleset esetén nem képes funkciójának maradéktalan teljesítésére. A veszélyeztetés mértékének meghatározásához az alábbi felsorolásban szereplő analízis módszereket alkalmazhatjuk:

- Hibamód- és hatáselemzés (FMEA – németül Fehlermöglichkeiten und Einflusanalyse; angolul: Failure Mode and Effects Analysis)
- Hibamód, -hatás és kritikusságelemzés (FMECA – Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis)
- Veszély- és működőképesség-elemzés (HAZOP – HAZard and OPerability)
- Eseményfa-elemzés (ETA – Event tree analysis)
- Hibafaelemzés (FTA – Fault Tree Analysis)

Hibamód- és hatáselemzés esetén az elemzés elvégezhető hardver elemekre vagy a funkciókra vonatkoztatva is. Az elemzés alapja a lehetséges hibamódok a feltételezése, majd ezek hatásának meghatározása. Ez természetesen vonatkozhat egy adott egységre és a teljes rendszerre is. Az elemzés figyelembe veszi a rendszer valamennyi elemének/funkciójának valamennyi lehetséges hibamódját. Az FMEA kiválóan alkalmas az egyes szinteken az elemzés finomítására, ezért alkalmas veszélyelemzési módszer a karosszériaelemek korrodációjára vonatkozóan, hiszen vizsgálat alá vonható az anyagminőség és a szerkezet fáradásának hatása az utasok biztonságára. [11]

Az FMEA-elemzés kiterjeszhető az elemek meghibásodásának kiemelt figyelembevételére, továbbá vizsgálja az egyes hibák következményeit, a jelentkező hibák gyakoriságát és valószínűségét is. Így ez a fajta elemzés meghatározza egy rendszer azon részeit, amelyekben a hibák a leginkább kritikusnak tekinthetők. [12]

A veszély- és működőképesség-elemzés úgynevezett „guide words” – „mi történik, ha...” típusú kérdésekre adott válaszokkal határozza meg a normál működéstől történő eltéréseket, és azok hatásait. A HAZOP-elemzés kimondottan alkalmas a paraméterváltozások, és az előírt tarto-

mányokból történő kilépések biztonságra gyakorolt hatásának vizsgálatára.

Az eseményfa (ETA-) elemzés esetén a referenciapont egy olyan esemény, amely hatással lehet a rendszerre. Ennél az elemzési megoldásnál a kiinduló esemény hatását kombinálják minden olyan esemény hatásával, amely a rendszer működése szempontjából releváns lehet. A hatást hibás és normál működésre is vizsgálják az ETA esetében. Gyakorlati alkalmazását tekintve leginkább olyan komplex esetekben hasznos, amikor az eredmény nem határozható meg egyértelműen.

Az ETA-elemzés inverz módját használja az FTA-, vagyis a hibafa elemzés. FTA esetében egy úgynevezett csúcseseményből indulnak ki, és visszafelé haladva határozzák meg a veszélyeztető hatású eseményt kiváltó elemi eseményeket. Fontos megemlíteni, hogy a hibafában csak azok az események szerepelnek, amelyek veszélyeztető hatásúak, így az FTA-struktúra jóval egyszerűbb lehet, mint az ETA-struktúra. Leggyakrabban biztonsági felelősségű rendszerek megbízhatóságának elemzésére használják. Segítségével meghatározható a csúcsesemények és az elemi események logikai kapcsolata, meghatározható a csúcsesemények bekövetkezési valószínűsége, és a hibatűró képesség. [13]

JÓ ÁLLAPOT

Egy vizsgált rendszer – megbízhatósági szempontból vett – jó állapota meghibásodások, zavarok vagy hibák miatt szűnhet meg. Ezeket a hibákat több szempont szerint csoportosíthatjuk, az alábbiakban a megkülönböztetés az

okok szerint történt. Ezeket az okokat a 1. táblázat foglalja össze. [7]

A LEMEZVASTAGSÁG HATÁSA A MEGBÍZHATÓSÁGRA

Az előzőekben felsoroltak tehát közvetve vagy közvetlenül, de hosszú távon a karosszéria biztonságának csökkenését eredményezik, vagyis műszaki szempontból meghibásodást hoznak létre. A korrodáció a karosszériaelemek teljes rétegvastagságában is elterjedhet, vagyis a tervezés során, a méretezéshez alapul vett lemezzvastagság már nem áll rendelkezésre. Egy teljes átrozsdásodás esetén tehát, a lemezzvastagság tényleges értéke már a meg nem engedett mértékben eltér a szükségesétől. Ezt matematikailag a következő összefüggéssel fejezhetjük ki: [7]

$$\Delta x = |x_{szűk} - x_{tény}| \geq \varepsilon = \Delta x_{eng} = \Delta x_{max} \quad (1)$$

A karosszéria lemezzvastagságban ezek az eltérések egyértelműen kifejezhetők. Amennyiben a vizsgált elem funkcióját a nagymértékű rétegvastagság-csökkenés miatt már nem képes ellátni, akkor azt az értéket már meg nem engedett hibának nevezzük. Ezzel a rétegvastagsági hibagenerálással foglalkoznak Golubović és társai. [15] Tanulmányuk célja, hogy végeleges vizsgálatokkal igazolják a korrózió káros hatását. Ahogy a valóságban a korrózió, így ők is a karosszériaelem lemezzvastagságát csökkentették. A gyakorlatban a korrózió általában lokális előfordulású, és ritkán érint egy karosszériaelemet teljes terjedelmében, ezért az anyaggyengítést érdemes kitüntetett helyeken, lokalizáltan elvégezni. A tanulmány 0, 20 és 30 éves távlat-

1. táblázat. Hibák csoportosítása (A szerzők szerkesztése)

FIZIKAI HATÁSOKRA VISSZAVEZETHETŐ HIBÁK		
A hiba oka	A hiba jellege	A hiba következménye
Alkatrész-meghibásodás	Élettartamból adódó fáradásos törés.	Szerkezetépség megszűnik, a töret felszínén az oxidáció megjelenik.
Konstrukciós hiba	Sár és egyéb szennyeződések lerakódása szűk helyeken.	A karosszéria védőrétegének megbomlása, felszíni majd rétegzett korrózió megjelenése.
Gyártástechnikai pontatlanság	Illesztési és tömítési pontatlanságok; a nedvesség a karosszéria belsejébe való szivárgását eredményezheti.	A beszivárgott nedvesség a karosszéria-elemet belülről kezdi bontani. (Sokáig észrevétlen).
Túlterhelés okozta deformáció	Az egyes lemezzrétegek deformációja eltérő, a hegesztések, ragasztások, forrasztások sérülhetnek, törhetnek.	A karosszéria szerkezeti épsége megbomlik, a sérült kötések további repedéseket, és nedvességtől való korrodációt eredményezhetnek.
Emberi hatásokra visszavezethető hibák		
Tárolási hiba	Szélsőséges időjárási körülménynek kitétt karosszéria a tömítések, illesztések hibáját eredményezheti.	A beszivárgott nedvesség a karosszéria-elemet belülről kezdi bontani. (Sokáig észrevétlen).
Fenntartási hiba	Tisztítás, karbantartás hiánya miatt a szennyeződés a karosszériaelemek festék- és bevonatrégeit megtámadhatja.	A karosszéria védőrétegének megbomlása felszíni, majd rétegzett korrózió megjelenése.
Kémiai hatásokra visszavezethető hibák		
Savaseső	A savaseső a jármű festékbevonat rétegeit feloldhatja, a gumitömítések sérülhetnek.	A védőréteg nélküli fémfelület, majd a rétegzett korróziója.
Jégeső	Mechanikai sérülések megjelenése a karosszérián.	Az egységes festék/védőréteg megszűnik, a fém oxidációja megkezdődik.
Útszóró só/folyadék	Kémiai reakciókra visszavezethető sérülések megjelenése a karosszérián.	Az egységes festék/védőréteg megszűnik, a fém oxidációja megkezdődik.



ban gyengült létravázkarosszériát vizsgált. Az évjáratokhoz tartozó falvastagságokat a 2. táblázat foglalja össze.

2. táblázat. Az alvázvastagság alakulása az idő múlásával [14]

Járműéletkor	Vizsgált alvázvastagság
0 év	8 mm
20 év	7,4 mm
30 év	6,5 mm

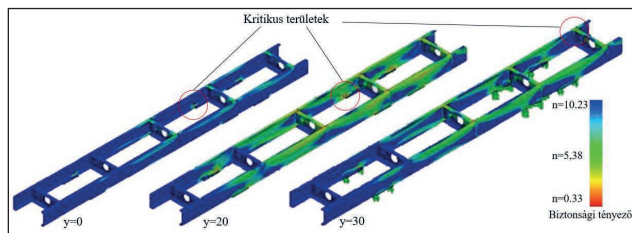
A szakirodalomból rendelkezésre álló empirikus adatok szerint a korróziós hatás mértéke évi 0,02 mm-es anyagcsökkenést jelent, és az összefüggés nem lineáris kapcsolatot mutat. Az idő előrehaladtával a csökkenés egyre jelentősebb. A jármű első 10 évében jelentős változás nem detektálható, köszönhetően a festékbevonat rétegeknek, azonban 20 évnél már 10–15%-os falvastagság csökkenés is előfordulhat. Ezek az adatok egy átlagos tendenciát írnak le, amelyet az 1. táblázatban felsorolt fizikai, emberi, kémiai hatások jelentősen befolyásolhatnak negatív irányba. A tanulmányban azonos terhelés alatt vizsgálták a korróziótól meggyengült karosszériát, és elemezték a feszültség és elmozdulás maximalizált értékeit. Eredményül szolgál, hogy 20 év távlatában 36%-os, míg a 30 éves konstrukciónál 50%-os biztonsági faktorcsökkenés volt tapasztalható. Ez azt jelenti, hogy a biztonsági tényező határértékét megközelítették, és amennyiben meghaladják azt, akkor már maradó deformációval is számolniuk kell. A maradó deformáció, vagy szerkezeti törés valószínűségével pedig hatványozottan számolni kell nehéz terepviszonyok között, ahol az alváz igénybevétele fokozódik. (6. ábra)

Természetesen a maximális értékek a korrodációs területeken ébredtek. Ezek az alváz teljes terjedelméhez képest lényegesen kisebb területek, azonban egy rendszer megbízhatósága az alkotóelemeinek megbízhatóságától és az elemek egymással való kapcsolatától függ. Ezért a korrodáció lokalizált módon sem megengedhető hosszú



6. ábra. RÁBA H25.206 terepjáró tehergépjármű mozgása nehéz terepviszonyok között [14]

7. ábra. Az alváz megbízhatóságának csökkenése 0, 20 és 30 év távlatában [15]



távon. [15] A 7. ábra egy alvázszerkezet biztonsági faktorának alakulását mutatja be 0, 20 és 30 év távlatában, azonos terhelés mellett.

ÖSSZEĞEZÉS

A közlekedésbiztonságot veszélyeztető probléma a járműveken fellépő korrózió. A jármű fontos teherhordó részein fellépő korrózió csökkenti azok tervezett szilárdságát és merevségét, azaz a teherhordó és ütközési energia elnyelő képességét, ezáltal közvetlenül befolyásolja a közlekedésben résztvevő járművek biztonságát. A kritikus helyek felismerése minden szerkezetnél fontos, a karosszériára azonban egyébként kell tekintenünk, amelynek megbízhatósága a leggyengébb elem megbízhatóságától függ. Fontos hangsúlyozni, hogy a terhelés szempontjából kritikus helyek gyakran a korróziós hatás szempontjából is kritikusak, mint például a profilok közötti kapcsolatok (hegesztések, szegecsek, ékek, csavarok), függetlenül attól, hogy a profilok azonos anyagból készülnek-e vagy sem. A korrózió hatása miatt a hosszú távú megbízhatóság érdekében megoldás jelenthet a szerkezeti megerősítés, és a falvastagság növelése. Ez azonban ellentmond a tömegoptimalizáció igényének, ezért a megoldás védő- és konzerváló anyagok alkalmazásában, és a szilárdsítási kompozitok, valamint polimerek alkalmazásában keresendő. Ugyanakkor az alternatív anyagok esetében sem tekinthetünk el a korrózió problémájától, hiszen műanyagok és kerámiák esetében is előfordulhat jelenségről van szó. A közlekedésbiztonság optimalizációja és vizsgálata azonban nem koncentrálna kizárólag az új járművekre, a 20–30 éves eszközökkel is foglalkozni kell. Kiemelt jelentősége van a problémának a honvédségi járműflotta tekintetében, hiszen a járművek szerkezeti integritása egyértelműen befolyásolja a járművek ütközésbiztonságát, terhelhetőségét, és nehéz terepen történő teljesítőképességét. Ezen járművek ütközésbiztonságának és szerkezeti merevségének mértéke egyértelmű összefüggést mutat a korrózió, ezáltal a karosszériaelemek rétegvastagsága között. Ezért a járművek időszakos felülvizsgálata során rendkívül fontos, hogy ellenőrizzük a karosszériát szerkezeti integritás szempontjából, különös tekintettel a gyűrődő és teherviselő elemekre. A manapság fokozódó igénybevétel és üzemelési körülmények már megkövetelik a fiatalabb és modernbb szerkezeti anyagokból készült járműflotta alkalmazását. Ennek tett eleget a Magyar Honvédség, amikor személyautó flottája jelentős részét lecserélte, hiszen katonáink olyan korszerű eszközökkel történő ellátása szükséges, amelyek biztonságosak, megfelelnek a jogszabályi előírásoknak, és közlekedésbiztonsági szempontból (legyen szó nehéz terepről, vagy közútról) megbízhatóak. [14]

A jelen tanulmány rámutat arra, hogy a gépjárművek ütközésbiztonsági megbízhatóságának alakulása az élettartam előrehaladtával jelentősen csökken, a hosszú távú megbízhatóság azonban elérhető folyamatos állapotmegővítés, és karbantartás mellett.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Király Péter, Szabados Péter: „Személygépjármű flottacsere a Magyar Honvédségben” *Katonai Logisztika* 2018. évi 1–2. szám pp. 167–193. DOI: 10.30583/2018/1-2/167;
- [2] Dr. Pátzay György, Dr. Kun Róbert, Dr. Mika László Tamás, „A korrózió jelensége és szerepe”, *Kémiai*

- technológia prezentáció, BME - Kémiai és Környezeti Folyamatmérnöki Tanszék;
- [3] C.M. Sonsino, „Consideration of salt-corrosion fatigue for lightweight design and proof of aluminium safety components in vehicle applications”, *International Journal of Fatigue* Volume 154, January 2022. DOI: 10.1016/j.ijfatigue.2021.106406;
- [4] W. Zhang, H. Yuan, „Corrosion fatigue effects on life estimation of deteriorated bridges under vehicle impacts”, *Engineering Structures*, Volume 71, 15 July 2014. p. 128–136. DOI: 10.1016/j.engstruct.2014.04.004;
- [5] Harry C. Muffley, „Evaluation of vehicle corrosion preventies”, 65-3305 *Technical report, Army Weapons Command Rock Island II Research Development and Engineering*, 1965;
- [6] Dr. Békési Bertold, „A megbízhatóság leggyakrabban használt mérőszámai” *Repüléstudományi Közlemények*, különszám, 2007.;
- [7] Farkas György, Héray Tibor, „Minőség és megbízhatóság”, (Széchenyi Egyetem, egyetemi jegyzet, 2006.);
- [8] C. Thomas Savell; et al., „Intelligent Agents for Corrosion Prevention in New Vehicle Design”, *CORROSION 2003.*, San Diego, California, March 2003.;
- [9] E Ghali, VS Sastri, M Elboudjaini, *Corrosion prevention and protection: practical solutions*, 2007.;
- [10] MH Nazari, X Shi, „Vehicle risks of winter road operations and best management practices”, *Department of Civil & Environmental Engineering*, Washington State University, Pullman, Wa99164-2910;
- [11] Ványi Gábor - *Gépjárműrendszerek megbízhatóság- és termékbiztonság szempontú előzetes kockázat elemzése*, (Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola, Doktori (PhD) értekezés), 2019.;
- [12] Christian Spreafico, Davide Russo, Caterina Rizzi, „A state-of-the-art review of FMEA/FMECA including patents”, *Computer Science Review*, Volume 25, August 2017. p. 19–28.;
- [13] Műszaki megbízhatóság egyetemi jegyzet (Elemzési módszerek) BME Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék;
- [14] Vágner Szabolcs, „Terepjáró képesség fejlesztése a Magyar Honvédségben” *Katonai Logisztika* 2018. évi 1–2. szám pp. 194–227. DOI: 10.30583/2018/1-2/19;
- [15] Valentina Golubović-Bugarski, Snežana Petković, Gordana Globočki-Lakić, „The Effect of corrosion on a structural integrity and vehicle safety”, *MOBILITY & VEHICLE MECHANICS* DOI: 10.24874/mvm.2021.47.03.05.

Szerk.: Sallay Gergely

Visszatért országrészek 1938–1941 Kézzelfogható hadtörténelem



A HM Hadtörténeti Intézet és Múzeum, valamint a HM Zrínyi Nonprofit Kft. *Kézzelfogható hadtörténelem* című dobozkönyvsorozatának újabb darabja jelent meg *Visszatért országrészek 1938–1941* címmel. A trianoni békeszerződés katonai rendelkezései súlyosan érintették a magyar haderőt, ezért csak óriási erőfeszítés árán sikerült megmenteni a honvédelem gerincét, hiszen a döntés értelmében Magyarország területének 72%-a, lakosságának 64%-a az újrarajzolt határokon kívülre, az elcsatolt országrészekkel kiegészített államok birtokába jutott. Erről az 1927–1941 közötti küzdelemről, a békediktátumot követő, a haderő rejtett és nyílt fejlesztéséről és újjászülésétéről szól ez a reprezentatív kiadvány. A dobozkönyv részletesen foglalkozik a honvédség szerepével az 1938–1941 közötti területi revíziók érdekében történt katonai műveletekkel is.

A különleges kialakítású kötetből kiviláglik az az elkötelezettség, erőfeszítés és áldozatvállalás, amellyel a magyar politikai és katonai vezetés a haderő felépítésére törekedett, továbbá megismerhető néhány olyan, talán kevésbé ismert terület is, ahol a Magyar Királyi Honvédség tisztjei és tiszthelyettesei a kötelezettségteljesítésen túl, egyéb területeken is bizonyították rátermettségüket.

Dr. Sallay Gergely, a második világháborút megelőző időszak csehszlovák–magyar politikai, diplomáciai és társadalomtörténeti kapcsolataival foglalkozó történész munkája bemutatja a megerősödő Magyar Királyi Honvédség szervezetét, mindennapjait, alkalmazását, felszerelését, fegyverzetét, jelképrendszerét és a korszak azon kiemelkedő alakjait, akik szerepet játszottak a Felvidék, Kárpátalja, Észak-Erdély és a Délvidék visszatérése során.

A válogatott múzeumi és levéltári dokumentumok kézbe vehető faksimile változatai, valamint a kötet útján elérhető online tartalmak mind hozzájárulnak ahhoz, hogy az olvasó megismerhesse az ország és a haderő nemzetközi elszigeteltségből és rejtésből való kitörésének történetét, és a visszatérő országrészek eseményeit és emlékeit.

A gazdag archív képanyaggal illusztrált, élményközpontú dobozkönyv mellékletei egy QR-kóddal elérhető virtuális melléklet is kiegészíti, amely a kor eseményeit kutató hadtörténészek stúdióbeszélgetését, valamint számos 1938–1941 közötti katonai indulót tartalmaz az MH Légió Zenekar Veszprém előadásában.

A Sallay Gergely szerkesztésében, a Zrínyi Kiadónál megjelent, több száz színes és fekete-fehér illusztrációval, valamint 14 tasakban elhelyezett és beragasztott melléklettel, ellátott, keménytáblás dobozkönyv terjedelme 68 oldal. 13 900 Ft-os áron kapható a könyvesboltokban, illetve közvetlenül a Zrínyi Kiadótól 30% helyszíni kedvezményvel 9730 Ft-ért. Cím: 1024 Budapest, Filler utca 14. (tel.: 06 1-459-5373, e-mail: cinti@hmzrinyi.hu), valamint kapható a kötet a Zrínyi Kiadó webshopjában is (<https://shop.hmzrinyi.hu/>) szintén 30% kedvezményvel. (DRU.)

Matusz Márk Péter*

Egészségügyi vezetési pont működtetésében rejlő potenciális előnyök

A 21. század beköszöntével, a klasszikus értelemben vett háborúk jellege komoly változáson ment át. A teoretikusok szerint a fejlett nyugati országok területén csökkent az esélye hagyományos hadszínterek kialakulásának, sok esetben azonban inkább a nehezen definiálható hadszínterek jelentek meg. Kijelenthetjük, hogy napjainkra az aszimmetrikus hadviselés vált jellemzővé, amelyet a terrorizmus folyamatos térnyerése tovább erősít. Az aszimmetrikus hadviselés fogalmának megértéséhez Resperger István definícióját idézem: „*pontosan körvonalazott politikai célok érdekében folytatott, gyakran több szervezet ideológiai, vallási, etnikai közösségén alapuló katonai és nem katonai műveleteket, eljárásokat és módszereket alkalmazó, közvetlen és közvetett hatásokra építő és egymás hatásait felerősítő, a biztonság különböző dimenzióinak területét veszélyeztető harcmodor, főként harcászati eljárás, amely-lyel rákényszeríthetjük akaratumkat az ellenségre.*” [1]

A hibrid hadviselés sajátos eszközeit alkalmazzák a napjainkban zajló orosz–ukrán háború során is. A fogalom meghatározásához Kis Álmos Péter vonatkozó cikkéből idézek: „*kényszerítő és felforgató tevékenységek, valamint hagyományos és nem hagyományos módszerek (például katonai, diplomáciai, gazdasági, technológiai) egyvelege, amelyeket állami vagy nem állami szereplők összehangolt módon használhatnak fel bizonyos célok elérése érdekében úgy, hogy eközben a hivatalosan deklarált hadviselés szintje alatt maradnak. A hangsúly általában a célállam sebezhető pontjainak kihasználásán, valamint egy olyan, nem egyértelmű helyzet megteremtésén van, aminek célja a döntéshozatali folyamatok hátráltatása. A hibrid fenyegetések eszközei lehetnek erőteljes félretájékoztató kampányok is, amelyek során a szociális médiát használják fel a politikai narratíva befolyásolása vagy közvetítő szereplők radikalizálása, toborzása és irányítása céljából.*” [2]

Nyilvánvaló, hogy mind a két fogalom esetében az agressziót aprólékos pontossággal megtervező és elkövető ország visszaél a fejlett országok hagyományosan lassú döntésmechanizmusaival, illetve arra törekszik, hogy a konfliktus során végrehajtott műveleteinek eredménye és hatása a válaszlépésre képes hatalmak, vagy katonai szö-

vetség beavatkozási ingerküszöbe alatt maradjon. Ez azonban nem zárja ki a harcérinkezések során történő súlyos sérüléseket, illetve esetleges haláleseteket, amelyek demoralizáló hatása éppen az agresszor politikai céljainak elérését segíti. Legyen szó akár egy frissen stabilizálódó békeműveleti misszióról, vagy megfigyelői szerepkörrel, a kiképzett katona élete, az élőerő védelme, továbbá a harci morál megtartása a hadvezetés számára kiemelten fontos. A műveleti területen feladatot teljesítő állomány biztonsági szempontból jellemzően kiszolgáltatott állapotban tevékenykedik a bevetés helyszínén, ezért is kiemelten fontos a feladatot végrehajtó katonák életének védelmét a kor legmagasabb technikai színvonalán megtervezni, vagyis a speciális helyzetek, speciális egészségügyi ellátási koncepciót és annak megfelelő egészségügyi előtervezést igényelnek. Egy katona elvesztése esetén az élet felbecsülhetetlen értékén túl – racionálisan megközelítve a tényeket –, nemcsak a kiképzésére fordított idő, hanem a belefektetett adóforintok is elvesznek.

A világ vezető demokratikus országait a megváltozott hadviselési formák, a biztonsági környezet átalakulása új kihívásként érte: teljesen új hadviselési elveket kell kidolgozni és alkalmazni, teljesen új szituációkhoz kell nagy gyorsasággal alkalmazkodni.

Felmerül a kérdés, hogy komoly kockázat nélkül, az egyéni harcászati fejlesztések bevezetésével meddig lehet várni. Ennek sürgető igényét már 2008-ban jelezte Gácsér Zoltán: „*Napjaink katonai műveleteiben az egyéni képességnövelő eszközök és rendszerek nagyobb túlélési esélyt biztosítanak a katonáknak a harctéren, ugyanakkor a jelenlegi egyéni felszerelésük, ruházatuk az új kihívásoknak megfelelően jelentős korszerűsítést igényel.*” [3] Egyre sürgetőbb, hogy a jelenlegi biztonsági környezetet fenyegető potenciális veszélyforrásokhoz minél előbb igazodjon a katona egyéni felszerelése, a kiképzések tematikája és az élet védelme érdekében az egészségügyi biztosítás is.

Annak érdekében, hogy a fenti állítást igazoljam, tanulmányomban bemutatok egy harcászati feladatok támogatására szolgáló egészségügyi modellt, amely a jelenleginél hatékonyabban lehet képes az élőerő megóvására, és

ÖSSZEFOGLALÁS: Korunk hibrid hadviselése és az aszimmetrikus háborúk jellege megváltoztatta a háborúról alkotott képünket. A digitalizáció okozta technikai fejlődés vívmányai, illetve a telemedicina folyamatos térnyerése hatékonyan felhasználhatók olyan kompakt megoldásokhoz, amelyek a harctéren hatékonyabban védik a szemben álló felek élő erejét. Ennek egyik lehetséges formája az egészségügyi vezetési pont digitális átállításának koncepciója.

KULCSSZAVAK: hibrid hadviselés, aszimmetrikus háború, digitalizáció, telemedicina, egészségügyi vezetési pont

ABSTRACT: The idea of warfare has been changed due to nowadays' hybrid warfare and the asymmetric style of wars. The technological achievements caused by digitalization, as well the spread of telemedicine could be effectively used for such compact solutions that could protect the human resources more sufficiently on the war field. The concept of health management tactical operation center is one example for this idea.

KEY WORDS: hybrid warfare, asymmetric war, digitalization, telemedicine, health management tactical operation center

* Százados. MH ARB Egészségügyi Központ, parancsnokhelyettes. NKE Katonai Műszaki Doktori Iskola hallgató. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3768-1079>

döntéstámogató elemként segítheti a harctéri parancsnokot. Bemutatom a digitalizációt, mint katalizáló eszközt, és vázoló fontosságát az egészségügyi fejlesztésekben. Bemutatom továbbá a telemedicinát, valamint kiemelem fontosságát egyes lehetőségeinek demonstrálásával. Végül bemutatom az egészségügyi vezetési pont elméleti modelljét és hasznosítási lehetőségeit.

DIGITALIZÁCIÓ

Korunkban egy, az ipari forradalom jelenségéhez és fontosságához hasonlítható változás zajlik egyes elektronikus eszközök fejlesztése terén. Világunkban körbe vesznek minket az analóg jelek: az autós forgalom haladása mellettünk, a gépkocsisúgás, a dudálás, a napsütés, a szélfújás, a hozzánk beszélő kollégák, vagy éppenséggel a szívünk dobogása – a sort a végtelenségig folytathatnánk. A minket „körül ölelő” környezetünk pl. fény-, és hangingerei, vagy hanghatásai mind-mind komoly és hasznosítható információtartalommal bíró jelenséggé válhatnak, amennyiben egy eszközzel ezek számszerűsítése, azaz digitális módra történő átváltása megvalósul. Egy megfelelő eszközzel az ezen adatokhoz hozzáférő személy az adott területen lépéselőnyhöz képes jutni azáltal, hogy egy alaphelyzetben nehezen felbecsülhető tényből (pl. milyen erősen süt a nap) adatot tud képezni. Az adat ugyanis már alkalmas összehasonlításra, tehát a példát folytatva a napsugárzás erősségét mért adatból a személy már könnyen le tudja vonni a következtetést és el tudja dönteni, hogy az egészsége védelme érdekében szüksége van-e fényvédő krém alkalmazására vagy sem.

A digitalizáció jelensége tehát a minket körülvevő világ ingereinek feldolgozása, hasznosítása és egyértelműsítése, objektív, informatív adatok kinyerése, végső soron döntéstámogatás céljából. Ennek megvalósulása magával hozza a hatékonyság növelését is, hiszen a személy számára lerövidül az az időszak, amíg a döntéshez szükséges információkat beszerzi, összehasonlítja és értékeli.

A hozzáférhető információk egyre bővülő világában, ahol annyi a minket körülvevő inger, hogy azok összességének azonnali és valós idejű feldolgozása már nem megoldható, megjelentek azok a számítógépek, amelyek bonyolult algoritmusokat alkalmazva életünk és napi tevékenységeink legmeghatározóbb mozzanataiból generált adatokat számunkra hasznosítható információvá tudják konvertálni. Ezt a folyamatot hálózati alapon végzik, akár naplózva is szokásainkat, tevékenységeinket, velünk és egymással is „kommunikálva”. E működési mód kialakulását többek között a biztonságra, a kényelemre és a gyors, akár azonnali információkra törekvő emberi igény generalta.

A DIGITALIZÁCIÓ FONTOSSÁGA AZ EGÉSZSÉGÜGYI FEJLESZTÉSEKBE

Az egészségügyben végrehajtott tevékenységek az egészségtudományi fogalomtár alapján [4] az alábbi kategóriákra oszthatók fel. „Az egészségügyi tevékenység az egészség védelmét, a betegségek megelőzését, a gyógyítást, a fájdalom és a szenvedés csökkentését, az ápolást, a gondozást vagy az egészségügyi rehabilitációt szolgáló tevékenység.”

Ahogy látjuk, a fenti kategorizálás alapján az a cél, hogy az egyénre ható környezeti hatások, vagy az egyén életfunkcióinak mérési eredményeit, a megfelelő eszközökkel adattá alakíthassuk annak érdekében, hogy az információk első lépésben objektív mércével beazonosíthatók legyenek, majd a megfelelő adekvát beavatkozás – a prevenció,

vagy a gyógyulás érdekében – megtörténhessen. Megelőzés esetén a környezet esetleges káros hatásainak, pl. a foglalkozás-egészségügyi és munkavédelmi megközelítésben az expozíciók felismerése és a megfelelő védőeszköz meghatározása; gyógyítás és rehabilitáció esetén az életfunkciók pontos méréséből a megfelelő terápiás terv meghatározásáig.

A digitalizáció hatalmas lendületet adott az egészségügyi fejlesztéseknek és a jelentősége a további fejlődéshez is nélkülözhetetlen, hiszen a megfelelő terápia kidolgozásához kiemelt fontosságú, hogy pl. egy megváltozott életfunkciókkal rendelkező személy esetében az adott diszfunkcióról, illetve anomáliáról minél pontosabb leképezett adat keletkezzen. Amint ez a célkitűzés teljesül, a rendelkezésre álló technikai eszközrendszernek további lehetséges fejlesztési irányként az adatok megfelelő helyen történő tárolásával (pl. felhő alapú tárhely), illetve eljuttatásával kell foglalkoznia.

TELEMEDICINA

A telemedicinát, az egyik legáltaláltozott definíciója alapján, olyan strukturált egészségügyi szolgáltatásként lehet jellemezni, ahol az ellátásban részesülő és az ellátást nyújtó személy közvetlenül nem találkozik, a kapcsolat valamilyen távoli adatátviteli rendszeren keresztül jön létre. [5] A telemedicina definíciójának a kapcsolat lehetséges fajtáinak felsorolása is része, így megkülönböztethetünk:

1. Távkonzilió/szupervízió: ahol a diagnózis kialakításába, a kezelés menetébe kommunikációs eszközökön keresztül távoli orvos/szakszemélyzet is bevonható.
2. Távdiagnosztika: esetében a diagnózis alapját adó vizsgálat végzője és a diagnózis felállítója (a lelet készítője) térben elválik egymástól, de interaktív kapcsolatban vannak.
3. Távfelügyelet/telemonitoring: esetén az egészségügyi szakszemélyzet jelenlétét a betegnél lévő/őt figyelő jelfogók (detektorok) és jeltovábbítók pótolják.
4. Távmanipuláció: amikor a vizsgálatot vagy beavatkozást végző személy távérzékelőkre támaszkodva távolról vezérli (végzi) az interakciót igénylő vizsgálatot (pl. endoszkópia) vagy beavatkozást (pl. videovezérlés mellett robottal vagy távvezérlésre alkalmas eszközzel végzett távmanipuláció). [6]

Magyarországon korábban sem az 1997. évi CLIV. törvény az egészségügyről (Eütv.), se az 1997. évi XLVII. törvény az egészségügyi és a hozzájuk kapcsolódó adatok kezeléséről és védelméről (Eüak.) nem említik fogalom meghatározásaik között a telemedicina, vagy a távoroslás kifejezéseket. A 28/2010. (V. 12.) EüM rendelet azonban már definiálja a telemedicina fogalmát. Eszerint a telemedicina „*olyan egészségügyi szolgáltatás, amely során az ellátásban részesülő és az ellátó személy közvetlenül nem találkozik, a kapcsolat valamilyen távoli adatátviteli rendszeren keresztül jön létre*”. A teleradiológia és telekonzultáció egyes részei és minimumfeltételei a 60/2003. (X. 20.) ESzCsM rendelet mellékletei között megtalálhatók. Az Eüak. 35/M. §, illetve a 39/2016. (XII. 21.) EMMI rendelet 20/A és 20/B szakaszai pedig az Elektronikus Egészségügyi Szolgáltatási Téren (EESZT) keresztül történő adat továbbítását, illetve az EESZT rendszerén lefolytatott elektronikus konziliókat szabályozza. A fenti rendelkezések már kiindulási alapot jelenthetnek a jövőben a telemedicina jogszabályi meghonosításához, azonban az is nyilvánvaló, hogy a telemedicina hazai jogszabályi kerete még részlet-szabályozásra vár. [7]



Az egészségügy fejlődésének a koronavírus-járvány hatalmas lökést adott, hiszen a telemedicina elterjedését kényszerből katalizálta, annak bevezetése és működtetése érdekében több jogszabályt (rendelet minimumfeltételei: 60/2003. (X. 20.) ESZCSM¹ rendelet módosítása, illetve egészségügyi szolgáltatás elszámolása: 9/2012. (II. 28.) NEFMI² rendelet módosítása) is módosítottak.

Az egészségügyi ellátás terén, meghatározott esetekben – a megfelelő szakmai és tárgyi feltételek teljesülése esetén – a megváltozott jogszabályi környezet lehetővé teszi a telemedicinális ellátást, amennyiben az ellátás sajátosságai és orvosszakmai megítélése azt megengedi. A fenti kijelentés tartalma: internet alapon, valós időben, videókapcsolaton keresztül történő betegellátás, többek között az alábbi kiemelt feladatok területén:

- a beteg egészségi állapotának szakmai megítélése,
- előszűrés végrehajtása távkonzultáció formájában, amelynek célja a személyes találkozásokon alapuló ellátás szükségességének és az egészségi állapot súlyosságának megítélése,
- diagnózis, terápiás javaslat felállítása távkonzultáció keretében, illetve távmonitoring, távdiagnosztikai eszközzel, távkonzilium szervezése,
- telefonos, online vagy egyéb formában megvalósított tanácsadás, konzultáció,
- a beteg állapotának követése és diagnózis felállítása távmonitoring eszközökkel, valamint egyéb infokommunikációs technológiák révén hozzáférhető információk alapján. [8]

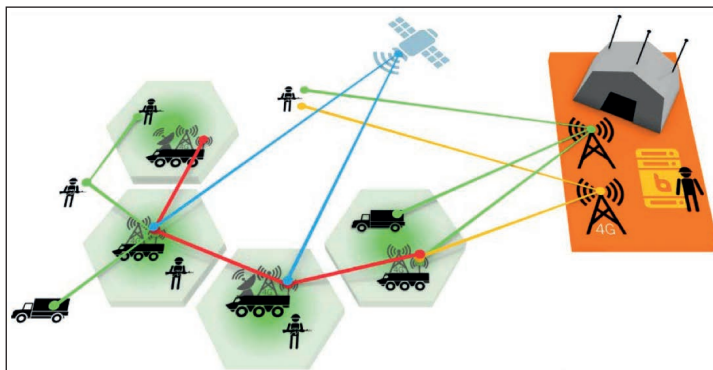
Megállapítható, hogy a járvány okozta fertőzésveszély csökkentése érdekében engedélyezett telemedicinális ellátási lehetőségek ellenőrzött keretek között hatékonyan tovább bővítették az egészségügyi ellátás formáit. Előnyként említhető, hogy az ellátásnak ezen formája sikeresen hidalja át a távolságokat, amely alapján lehetővé válik, hogy sokkal hatékonyabb időgazdálkodással a beteg részére jóval szélesebb ellátási spektrumot biztosítsanak. Továbbá nem mellékes nyereség, hogy a személyes jelenlét hiányában a rendelések sokkal költséghatékonyabbak, illetve a rendelés ideje és lefolytatása könnyebben átstrukturálható.

A telemedicinális szolgáltatások bővülésével (távmonitorozás, távgyógyítás) adódik a lehetőség, hogy ezen funkciók akár veszélyesebb és komplexebb, azaz harcateri körülmények között is kipróbálásra kerülhetnek-e, ahol az élet megőrzése és védelme miatt még nagyobb a tét.

EGÉSZSÉGÜGYI VEZETÉSI PONT

A digitalizációs forradalom hozzásegítette az emberiséget az eddig technikai akadályok miatt meg nem valósított innovációk gyakorlatba történő átültetéséhez. Ennek következtében a védelmi szektorban is új lendületet kapott az egyéni védelem- és képességnövelő eszközök fejlesztése. Elektronikai, felderítő és kommunikációs felszerelések robbanásszerű fejlődése és alkalmazása indult el:

- hálózat alapú személyi információs és kommunikációs eszközök (pl. testhőmérséklet- és pulzuszámoló szenzorok, sisakkamera; GPS (Global Positioning System – globális helymeghatározó rendszer) navigációs eszköz; GSM (Global System for Mobile communication – globális mobil kommunikációs rendszer) modem duplex kommunikációs lehetőség hanggal és folyamatos videókapcsolattal is;
- közvetlen döntéstámogató, illetve vezetési rendszerek (tablet alapú, alkaron viselhető, kis méretű kijelző,



1. ábra. Digitalizációs szárazföldi műveletek (D-LBO) [9]

amely a legysége elhelyezkedéséről térképpel tájékoztatja az alegységparancsnokot [ASTS – automatic soldier tracking system] és folyamatos, valós idejű kapcsolatot biztosít a hadművelési szinttel).

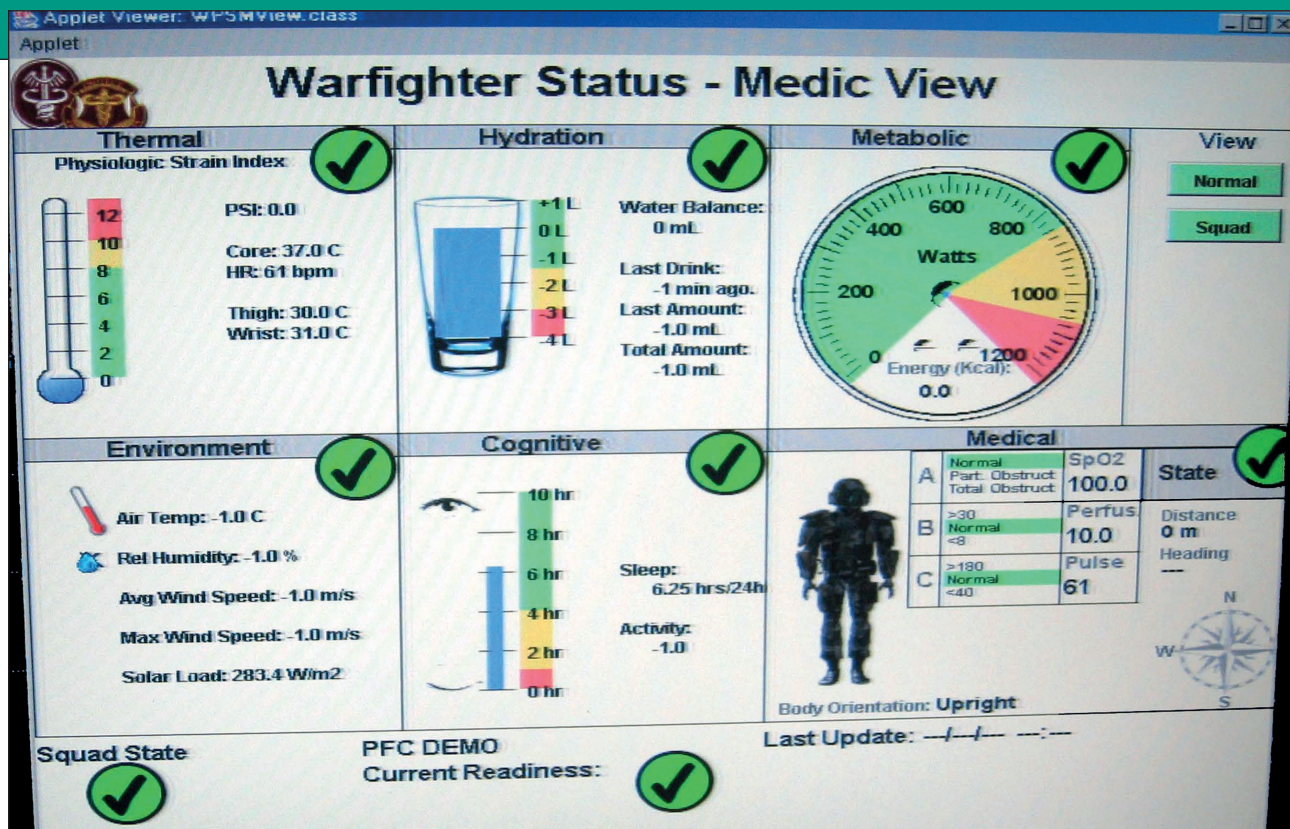
A Német Szövetségi Védelmi Minisztérium 2020 márciusában napvilágot látott jelentésében [9] közzétett ábra továbbgondolása ihlette a jelenlegi koncepcióm elméleti hátterét (1. ábra).

Fentiekből kiindulva, illetve személyes szakmai tapasztalom szerint a fejlett országok fegyveres erőinek harcmezőbe integrált digitális, hálózatba integrált vezetés eszközeinek képességeit érdemes lenne a hazai katonaegészségügyi vonatkozások tekintetében is mielőbb kidolgozni. A következőkben egy ilyen, későbbiekben hazai területen is megvalósítható elméleti modell bemutatására teszünk kísérletet.

Korunk modern hadereiben, harcászati szinten követendő modellté vált a kisebb létszámú alegységek (raj, szakasz szint) digitális alapon, 4G hálózatot igénybe véve, GPS-el történő vezetése, nyomon követése. Harcászati és hadművelési szinten is megjelent a valós idejű információáramlás igénye, amelybe beletartozik a katona életfunkcióinak valós idejű monitorozása is. dr. Kóródi Gyulát idézve: „El kell fogadnunk azt az alapvetést, hogy napjaink digitális harcmezőjének legértékesebb szereplője az ember, mert a katona életét pénzben kifejezni nem tudjuk, ellentétben bármilyen technikai eszközzel.” [10]

A 2. ábra a katona fiziológiai jellemzőinek figyelemmel kísérésére írt program kijelzőképét mutatja be, amely teljes képet ad a katona harcképességét veszélyeztető biológiai tényezőkről. A monitoron leolvasható a katona testhőmérséklete és hidratáltsága, amely paraméterek szélsőséges időjárású művelési területen kiemelt fontosságú adatok lehetnek. A program továbbá felvilágosítást tud nyújtani a katona anyagcseréjének hatékonyságáról, véroxigén szintjéről, valamint a pulzusszámáról. A monitorról a külső környezet jellemzői (hőmérséklet, páratartalom, a szél átlagos és maximális sebessége, a napsugárzás intenzitása) egyaránt leolvashatók. A program a katona aktuális kognitív képességeit összesíti (pl. az előző napi alvás időtartamát is rögzíti), amely a fenti részletezett adatokkal összefüggésben mind-mind befolyásolja az aktuális teljesítményt, azaz a harcképességet. Egyes újabb fejlesztések a fenti paramétereket is monitorozó, folyamatos agyi aktivitáskövető alkalmazások integrálását tűzték ki célul, amelyek szenzorait a katona rohamsisakjában tervezik elhelyezni. [11]

A DefenseReview védelmi-technológiai online hírportál még 2016-ban beszámolt a DryWired Defense cég NanoArmor Advanced Rifle Plates szén nanocső technológiával és védő nanobevonat technológiával készült termékeiről. Mindkettőt a



2. ábra. A Future Warrior program keretében bemutatott képernyőkép, amely segítségével az orvos figyelemmel kísérheti egy katona egészségi állapotát anélkül, hogy fizikailag látná az adott katonát [13]

2016-os SOFIC (Special Operations Forces Industry Conference) kiállításon mutatták be. A DryWired Emotiv Insight 5 csatorna/érzékelő és Epos+ 14 csatorna/érzékelő könnyű mobil vezeték nélküli EEG (elektroencefalogram) „brainwear” fejhallgató-rendszerek a nagy sebességű, alacsony ellenállású agyhullám-monitorozására szolgálnak.

Az eszköz főbb műszaki jellemzői:

- 5 csatorna: AF3, AF4, T7, T8, Pz;
- 2 referencia: In the CMS/DRL zajszűrő konfiguráció.

Jelfelbontás:

- adatátviteli sebesség: csatornánként 128 minta másodpercenként;
- minimális feszültségfelbontás: 0,51µV legkisebb szignifikáns bit;
- frekvenciaválasz: 1–43Hz.

Kapcsolódás:

- Wireless: Bluetooth 4.0 LE;
- szabadalmaztatott, vezeték nélküli: 2,4 GHz sáv EMOTIV USB vevő-tartozék megvásárlásával a nem BTLE-kompatibilis eszközökhöz való csatlakoztatáshoz Power;
- akkumulátor: Internal Lithium Polymer battery 480 mAh;
- akkumulátor élettartam: 4 óra minimális üzemidő.

Amennyiben a koncepció beválik, a közeljövőben különböző mintázatok elmentésével egy kiértékelő algoritmus segítségével képesek lehetünk felismerni akár a harcéri sokk mintázatát, vagy a koronavírus-fertőzés korai megjelenését is. [12]

A katona testén meghatározott helyeken szenzorok érzékelik a környezet hatását, és testműködésének sajátosságait. A szenzorok egyik csoportja a környezet tulajdonságait méri (hőmérséklet, napsütés, páratartalom, hanghatások erőssége stb.), míg a másik csoportjuk a személy vitális paramétereit (testhőmérsékletét, pulzusát, véroxigén szintjét). A testszenzorok alkalmazása napjainkban már nem újdonság, elég csak az okosórákra gondolni, amelyek egyes típusai képesek a fent említett összes jellemző összegyűjtésére, értékelésére és továbbítására. (3. ábra)

A szenzorok összegyűjtött adatainak harci körülmények közötti továbbítása a hálózati összekapcsolások igénye miatt kulcskérdés. A közös művelet sikere érdekében a kiterjesztett vezetés-irányítási hálózatok (C4ISR³) létrehozása, a műveleti helyzetkép (NCOP⁴) előállítása elengedhetetlen. Napjainkban az 5GN⁵ hálózat elemeiként műholdas platformokat, kézi rádiótelefonokat, okoseszközöket, használunk, de ezek egyelőre a nagyvárosok földfelszíni mobilkommunikációs szolgáltatási palettáját színesítik. Katonai szempontokból a koherens telekommunikációs hálózatok rendelkezésre állása meghatározó, ezért került tervezésre az 5G NTN⁶ is.

A szenzorok bluetooth kapcsolaton keresztül kapcsolódnak az integrált vevőmodulhoz, amely jelen példánkban egy okostelefon. A vezetési pont részére az okostelefon által összegyűjtött adatok elküldésére három opció áll rendelkezésre:

- amennyiben a művelet helyszínén működik a helyi mobilszolgáltató 4G/5G hálózata, elsősorban azt veszi igénybe;
- telepített mobil WiFi segítségével is lefedhető a beavatkozási helyszín;
- vagy a Starlink⁷ segítségével műholdról sugárzott és biztosított kapcsolaton keresztül is történhet adatátvitel.

Értelemszerűen ezen rendszerek megjelenésével a hatékony elektronikus zavarási képesség várhatóan nagy mértékben felértékelődik majd.

AZ EGÉSZSÉGÜGYI VEZETÉSI PONT MŰKÖDÉSE

Az egészségügyi vezetési pontot a bevetés helyszínétől maximum 3 km-re telepítik, álcázott, fedett helyszínén, a művelet katonai irányítása részeként. Az egészségügyi vezetési ponton a bevetésen lévő raj vagy szakasz szintű kötelék katonáinak egészségügyi jellemzőit monitorokon jelenítik meg. Az egészségügyi vezetési pont harcértéke 1+2 fő (opcionálisan). Egy fő a feladat jellegéhez hozzága-



EGÉSZSÉGÜGYI VEZETÉSI PONT – ADATÁRAMLÁSI MODELL



3. ábra. Az egészségügyi vezetési pont adatáramlási sémája (Készítette a szerző)

zított egészségügyi végzettséggel rendelkező személy, aki felelős az adatok folyamatos értékeléséért. Amennyiben a szakszemélyzet a feladat végrehajtása során a bevetésen részt vevő katonák fiziológiai jellemzőiben bármilyen anomáliát állapít meg (pl. sebesülés, mintázateltérés az EEG-leleten), azt a harctéri parancsnok részére döntéstámogató céllal, a megfelelő – egészségügyi szempontból releváns és kivitelezhető – javaslattal kiegészítve azonnal jelenti.

Az egészségügyi nézőpontból meghatározható és teljesítendő alapelveket – amelyek illeszkednek a nemzetközi haderőmodernizálási trendekhez – összefoglalva megállapítható:

- az egészségügyi biztosítás és monitorozás legyen folyamatos (online), párhuzamos része az aktuális műveletnek;
- a katona felszerelésébe beépített online monitorozó rendszer legyen része a harcászati döntési mechanizmusnak (pl. amennyiben az online egészségügyi élet-tani mutatók a katona harcképességét negatívan befolyásoló tényezőket jeleznek (harctéri sokk; sebesülés stb.) legyen lehetőség egy azonnali adekvát beavatkozásra);
- az ellátás hatékonyabbá tétele érdekében, a katona személyi felszerelésébe legyenek integrálva meghatározott egészségügyi azonosítási (pl. személyi igazolójegy [14]) és ellátási eszközrendszerek.

ÖSSZEFOGLALÁS

Vélhetően már a nem is oly távoli jövőben előtérbe kerülnek a hálózatokba kötött vezetési, egészségügyi, katasztrófavédelmi rendszerek. Akár egy közlekedési balesetnél, akár katonai alkalmazás során a harctéren, a legrovidebb választó és a valós idejű információbirtoklás a kulcs ahhoz, hogy a beleset sérültje, vagy a harctéri sebesült túlélje az adott traumát. A digitalizáció és a telemedicina fejlettsége mára eljutott arra a szintre, hogy mindezt lehetővé tegye az egészségügyi biztosítást végző szakemberek számára. Ugyanakkor gyakorlatilag végeláthatatlanná vált azon innovációk sora, amelyek támogatják az egészségügyi szakembereket további egyéni, személy életet védő, betegséget megelőző, terápiás és diagnosztikus eszközök és rendszerek fejlesztésében.

A hibrid hadviselés, vagy az aszimmetrikus háborúk közös jellemzője, hogy a hadszíntér és az erőviszonyok alakulása folyamatosan változik, és sok esetben teljesen kiszámíthatatlan. Nyilvánvaló, hogy az egészségügyi biztosításnak is képesnek kell lennie a folyamatos változásokhoz igazodni annak érdekében, hogy egy adott esetben a katona életét megmenteni képes lehető legjobb döntés születessen. Mivel sérülés esetén az elsődleges kulcstényező az időfaktor, illetve az aktuális sérült katona valós idejű monitorozásának képessége, a felvázolt koncepcióval hatékonyan javítható a túlélési esély.

Az általam ismertetett modell további célja a katona egészségvédelmének hatékonyabb fokozása, amely magában foglalja a külső környezeti tényezők okozta esetle-

ges negatív befolyások időben történő észlelését, illetve preventív módon megközelítve a katona szervezetében zajló fiziológiai folyamatok megfigyelését is. A rendszer működése hozzájárulhat és segítheti akár a korai diagnosztikus munkát is, továbbá segítséget nyújthat a harctéri parancsnok döntésének támogatásában.

El kell fogadnunk, hogy sok esetben az ember felfogó- és feldolgozóképesége a legnagyobb gátja annak, hogy a minket körülvevő információtengerből hatékony és jó döntést hozzon. A digitalizációs vívmányok azonban hatékonyan megváltoztatják az emberek információkezelési képességét, ily módon helyzeti előnyt biztosítva számos területen.

Ezen technikai fejlődés mentén bátran kijelenthető tehát, hogy napjaink katonája is csak akkor tekinthető kellően korszerűnek, ha hálózatba integrált, egyéni „okos” felszerelésrendszerrel is rendelkezik.

Megállapíthatjuk, hogy a katona jövőbeli felszerelésrendszereinek megtervezéséhez első lépésként nézőpontváltás szükséges. A jelenleg elérhető digitalizáció generálta vívmányok – köztük a telemedicinális eszközök is – nélkülözhetetlenek a jövő harcainak sikeres megvívásához. A digitális átállás az egészségügy majd minden területét érintő, jelenleg már zajló folyamat, amely szükségessé teszi a Magyar Honvédség egészségügyi szolgálata számára is egy digitális stratégiai koncepció kidolgozásának mielőbbi megkezdését.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Resperger István, Kis háborúk nagy hatással. In: Resperger István – Kis Álmos Péter – Somkúti Bálint: *Aszimmetrikus hadviselés a modern korban* Zrínyi Kiadó, 2014. p. 23.;
- [2] Kis Álmos Péter „A hibrid hadviselés természetrajza”, *Honvédségi Szemle* 2019/4. szám p. 18.;
- [3] Gácsér Zoltán, „A katona harci képességét növelő korszerű, hálózatba integrált egyéni felszerelésrendszerének kialakítási lehetőségei a Magyar Honvédségben” (NKE PhD disszertáció 2008. p. 4. <https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/12102/ertekezes.pdf?sequence=1>) (Letöltve: 2022.6.20.);
- [4] Állami Egészségügyi Ellátó Központ (ÁEEK) Egészségtudományi Fogalomtár https://fogalomtar.aeek.hu/index.php/Egészségügyi_tevékenység (Letöltve: 2022.6.20.);
- [5] Állami Egészségügyi Ellátó Központ (ÁEEK) Egészségtudományi Fogalomtár <https://fogalomtar.aeek.hu/index.php/Telemedicina> (Letöltve: 2022.6.20.);
- [6] Fejes Zsolt, „Új lehetőség a védelem-egészségügyi ellátásban: telemedicina”. *Hadmérnök*, XI. évf. 1. szám (2016), pp. 233–239.;
- [7] Fejes Zsolt, Helyes Marcell, Mihók Sándor: „A telemedicina jogi szabályozása az Európai Unió két tagországában” *Hadmérnök* XV. évf. 4. szám (2020), pp. 203–204. DOI: 10.32567/hm.2020.4.13

- [8] A kormány kihirdette a távkonzultáció jogszabályi lehetőségeit <https://www.webbeteg.hu/cikkek/egeszsegugy/25087/telemedicina-rendelet> (Letöltve: 2022.6.20.);
- [9] Bundesministerium der Verteidigung „Zweiter Bericht zur Digitalen Transformation des Geschäftsbereichs des Bundesministeriums der Verteidigung” p. 20. <https://www.bmvg.de/resource/blob/258260/cc60ba7e2570976df105baf97080fe45/20200312-download-zweiter-bericht-digitale-transformation-data.pdf>;
- [10] Kóródi Gy., „A védelmi szektorban szolgáltatók extrém fizikai terhelés utáni regenerációjának javítása mágnesterápiával”. *Hadmérnök*, XI. évf. 2. szám (2016), pp. 224–231. http://hadmernok.hu/162_21_korodi.pdf (Letöltve: 2022.6.20.);
- [11] David, Crane: „*DryWired Emotiv Insight 5-Channel/Sensor and Epoc+ 14-Channel/Sensor Lightweight Mobile Wireless EEG (Electroencephalogram) 'Brainwear' Headset Systems for High-Speed, Low-Drag Brain Wave Monitoring: Can They be Integrated with a Military Ballistic Combat Helmet?*” *Defensereview* November 6, 2017 <https://defensereview.com/drywired-emotiv-insight-5-channelsensor-and-epoc-14-channelsensor-lightweight-mobile-wireless-eegelectroencephalogram-brainwear-headset-systems-for-high-speed-low-drag-brain-wave-monitoring/> (Letöltve: 2022.6.20.);
- [12] Xiaorong Ding et al., „Wearable Sensing and Telehealth Technology with Potential Applications in the Coronavirus Pandemic” *IEEE Review DOI* 10.1109/RBME.2020.2992938 https://www.researchgate.net/publication/341320204_Wearable_Sensing_and_Telehealth_Technology_with_Potential_Applications_in_the_Coronavirus_Pandemic (Letöltve: 2022.6.20.);
- [13] Phil Copeland, *This is a snapshot view of a computer screen future soldiers will see in a dropdown eyewear device attached to their helmets.* <https://www.defense.gov/Multimedia/Photos/igphoto/2001084234/> (Letöltve: 2022.6.20.);
- [14] Matusz Márk, „A Személyi igazolójegy („Dögcédula”) fejlesztési lehetőségei a telemedicina vonatkozásában” *Hadmérnök* XIII. évfolyam 4. szám 2018. december p. 370–380.

JEGYZETEK

- 1 ESZCSM – Egészségügyi, Szociális és Családügyi Minisztérium.
- 2 NEFMI – Nemzeti Erőforrás Minisztérium.
- 3 C4ISR – Command Control Communications Computer Intelligence Surveillance Reconnaissance. (Vezetés-irányítás, kommunikáció, számítógép, hírszerzés, megfigyelés, felderítés).
- 4 NCOP – NATO Common Operational Picture (NATO közös műveleti helyzetkép).
- 5 5G – 5th Generation Networks (5. generációs hálózat).
- 6 5G NTN – 5th Generation Non-Terrestrial Networking.
- 7 A Starlink műholdprojekt a SpaceX űripari cég projektje, amelyet a globális internetszolgáltatás érdekében indított el Elon Musk vállalata. Az alacsony vagy közepes Föld körüli pályán keringő műholdak segítségével kb. 4 milliárd ember számára valósulhat meg internetszolgáltatás. (A szerk.)

Elhunyt dr. Tompa János nyá. dandártábornok 1944–2022



Dr. Tompa János dandártábornok 1944-ben született Tiszakesziben. 1962-ben csatlakozott a honvédséghez, és 2001-ben fejezte be hivatásos pályáját. Dandártábornoki kinevezése előtt négy alkalommal lépett elő soron kívül. Több érdem után járó kitüntetéssel ismerték el szakmai és vezető munkáját. 1991-ben Ezüst Érdemkeresztet kapott.

1967-ben avatták műszaki tisztté, az Egyesített Tiszti Iskola elvégzését követően. Szakaszparancsnokként ismerkedett a katonai műszaki pálya rejtelmeivel, a 11. útépitő zászlóalj kötelékében Szentesen, ahol rövid idő elteltével századparancsnokká nevezték ki. Felsőfokú katonai szakképzettségét a Kujbisev Katonai Műszaki Akadémián szerezte meg 1976-ban.

1988-ban az 5. hadsereg műszaki főnöki feladatait kapta meg, 1994-ben műszaki szemléző, majd 1995-től a Magyar Honvédség Szárazföldi Főcsoportfőnökség műszaki főnöke.

Tompa János nevéhez fűződik a kiemelkedően sikeres Magyar Műszaki Kontingens megalakítása, az IFOR-SFOR békefenntartó művelet műszaki támogatásában való magyar részvétel kivitelezése. Azé a műszaki alaku-
laté, amiben működésének hat éve – 2248 hadszíntéren

töltött nap – alatt, közel 2000 katona, több mint 380 szakmai feladatot oldott meg a nemzetközi közösség teljes melegegedésére, és amely nélkül ma nem lehetnének a NATO tagjai és nem lenne szövetséges védernyő az ország felett.

1993-ban megvédett doktori értekezésének – amelynek címe A tábori hadsereg védelmi hadművelete műszaki biztosításának újszerű vonásai – minden egyes fejezete mélyreható elemzés. 1997-től a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Stratégiai Védelmi Kutató Intézet állományában hasznosította sok éven át megszerzett gyakorlati tapasztalatait. 1998-ban felkérték az akkor alakuló Altiszti Akadémia Előkészítő Törzsének vezetésére, amelyet becsülettel teljesített. Nyugállományát 2001-ben kezdte meg; azt követően – napjainkig – önkormányzati képviselőként „szolgált tovább”.

Szerkesztőségünkbe a közelmúltban érkezett a hír, hogy dr. Tompa János 78 éves korában, 2022. július 4-én elhunyt. Végző búcsúztatására katonai tiszteletadás mellett július 26-án, a Farkasréti temetőben került sor.

Dr. Tompa János katonai pályája egy olyan műszaki tiszté, aki szorgalommal járta az útját és jutott olyan magasra, ahová csak keveseknek adatik meg eljutni.



1. ábra. Raioaktívan szennyezett mobiltelefon adatainak biztonságos kinyerése UFED eszközzel. A műveletek közben a szakemberek DNS-anyagmaradványt is rögzítenek (Fotó: D. Calma ENSZ NAÜ)

Kakuja Izabella*

Unikális magyar módszer a radiológiai helyszínelésben

A radioaktív és/vagy nukleáris anyaggal szennyezett területeken található bűnjeltek begyűjtésére és a radiológiai helyszínelés új módszerének kidolgozására azért volt szükség, mert a korábbi eljárások a bűnelkövetés módszereinek fejlődésével már nem tudtak lépést tartani. Az Európát az utóbbi években sújtó terrortámadások számának növekedésével felértékelődött a bűnüldözői munka. Már nem volt elegendő a helyszín mentesítése az ilyen típusú veszélyes anyagoktól. A lehető legtöbb adat kinyerésével a további bűncselekmények, támadások megelőzése is előtérbe került, másfelől a bűnesetek felderítése érdekében az elkövetők, a helyszínek és a cselekmények összekötése is szükségessé vált. Így az olyan helyszíni bűnjelbegyűjtési módszer is előtérbe került, amely a helyszínelő szakszemélyzet életét, testi épségét nem veszélyezteti. Ezek a körülmények és igények szolgálták a kutatásunk kiindulópontját. Hipotézisünk szerint a helyszínelő szak-

személyzet biztonsága bizonyos korlátok között biztosítható. A kutatási terv megszületése után folyamatos kísérletekkel bizonyítani tudtuk, hogy kialakítható egy, a személyi biztonságot minden körülmények között szem előtt tartó eljárásrend. Ennek kialakítása után különböző szcenáriókon keresztül véglegesítettük az eljárási metodikát a radioaktív anyaggal szennyezett helyszínek bünyügyi feldolgozására. Az így kialakított és validált protokoll prezentálására lehetőséget kaptunk a nukleáris kriminalisztika témakörében, az ENSZ NAÜ (ENSZ Nemzetközi Atomenergia Ügynökség – United Nations International Atomic Energy Agency) épületében, Bécsben, A nemzeti alaptól a globális határig címmel rendezett technikai találkozón.

A technikai találkozóra 2022. április 11–14. között került sor. A bemutató célja a radiológiai bünyügyi helyszínelés (Radiological Crime Scene Management), a nukleáris törvénytörési eljárás (Nuclear Forensic Procedure) bemutatá-

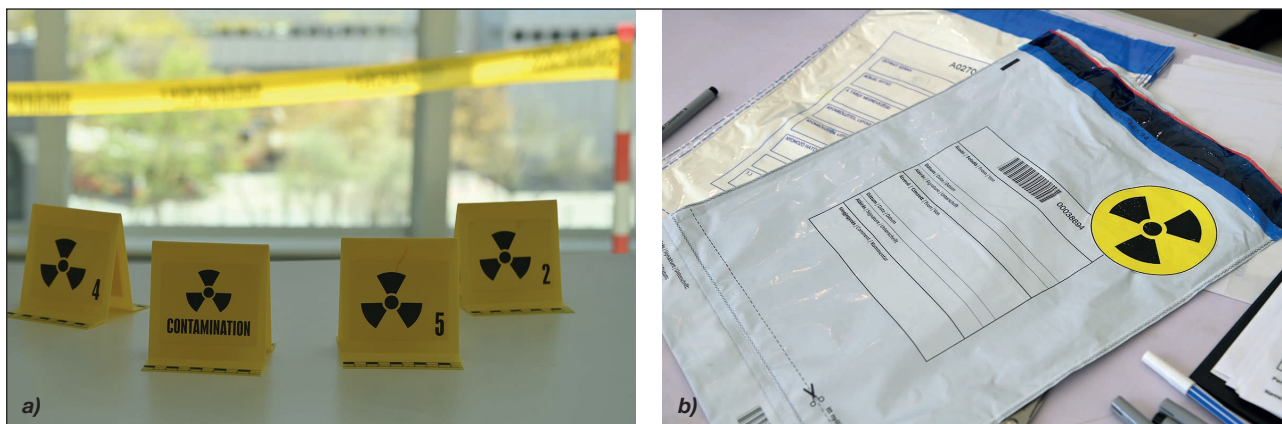
ÖSSZEFOGLALÁS: A tanulmányban bemutatjuk a radiológiai bünyügyi helyszínelésre és a nukleáris törvénytörési eljárásra kidolgozott magyar eljárásrend sarkpontjait, amelyeket az ENSZ NAÜ (Egyesült Nemzetek Szövetsége, Nemzetközi Atomenergia Ügynökség) „Technical Meeting on Nuclear Forensics” elnevezésű rendezvényen a magyar csapat előben demonstrált. Az eljárás alapját képezi a katonai radiológiai helyszínelésnek is.

KULCSSZAVAK: radioaktív, bünyügyi helyszínelés, radioaktív/nukleáris anyaggal szennyezett bűnjel, radioaktív bűnjel

ABSTRACT: In this article we briefly present the cornerstones of the Hungarian procedure, which was demonstrated live by the Hungarian team at the UN IAEA (United Nations, International Atomic Energy Agency), „Technical Meeting on Nuclear Forensics”. This procedure is also the basis for military radiological crime scene investigation.

KEY WORDS: radioactive, crime scene investigation, radiologically/nuclear contaminated traditional evidence, radioactive evidence

* Rendőr alezredes, Készenléti Rendőrség Nemzeti Nyomozó Iroda (NNI) Bünyügyi Technikai Főosztálya (BTFO). NKE HHK Katonai Műszaki Doktor Iskola doktorandusz. ORCID: 0000-0003-1324-033X



2. ábra. Bűnjeltek megjelölése a helyszínen a) címkézett bűnjelzacskó a bűnjeltek szabályos és biztonságos elhelyezésére b) (Fotók: D. Calma ENSZ NAÜ)

sa, ezek kapcsolódási pontjai, valamint ezen eljárások eredményeinek felhasználása volt a bírósági, katonai ügyészségi eljárásokban. A nukleáris biztonság megsértése, illetve radioaktív anyaggal kapcsolatos bűncselekmények esetén a nukleáris törvényszéki szakértők és a radiológiai helyszínelők kiemelkedő szerepet játszanak az ilyen jellegű anyagok, a bűnelkövetők, áldozatok, helyszínek és események közötti kapcsolatok megállapításában, logikai összekötésében és kivizsgálásában. Ezen szakterületek egyre inkább elismertek, mivel az elmúlt évek során a nemzetközi nukleáris biztonság egyik központi elemévé nőttek ki magukat. Következésképpen a legtöbb ország egyre több energiát fektet abba, hogy a radiológiai helyszínelési és a nukleáris törvényszéki szakértői képességeit kiépítse, és ha már rendelkezik ilyennel, akkor továbbfejlessze azt. [1] Magyarország ezen képességei kiemelkedőek, és rendkívül előrehaladott eljárásrendet alkalmazva, hazánk a világ élvonalába tartozik. Az alapokat 2018-ban tette le az akkor még Magyar Tudományos Akadémia (MTA), mára már Eötvös Lóránd Kutató Hálózat (ELKH), Energiatudományi Kutatóközpont (EK) és a Készenléti Rendőrség, Nemzeti Nyomozó Iroda (KR NNI) Bűnügyi Technikai Főosztály (BTFO) közös kutatócsoportja. Tekintettel a terrorfenyegettség növekedésére és a CBRN (Chemical, Biological, Radiological and Nuclear – kémiai, biológiai, radioaktív, nukleáris) anyagokkal kapcsolatos tevékenységek magas fokú veszélyességére, a közös kutatócsoport a Belügyi Alapok, Belső Biztonsági Alap projekt keretein belül, a BBA 5.3.3/3-2017-00010 számú programban készített egy a sugárzó anyagokkal szennyezett bűnügyi helyszíni munka esetére szóló protokollt. Ez az eljárásrend egyesíti a sugárzó anyagok begyűjtésének módszereit és a tradicionális bűnjelbegyűjtési eljárásokat, közismertebb néven a helyszínelést.

A szakemberek az eljárás kialakításakor figyelembe vették a két szakterület igényeit, a használt módszerek előnyeit és hátrányait is. Lépésről lépésre elemezték, kiértékeltek a két eljárásrendet, majd ezeket igyekeztek optimálisan ötvözni. Az eljárás kialakítása során természetesen a meglévő jogszabályi kereten belül kellett gondolkodni. Ezt az eljárásrendet először 2019-ben validálta az ENSZ NAÜ. Az együttműködés azóta is töretlen a felek között, így az eljárásrend aktuális fejlettségi állapotát többször bemutattuk az ügynökség rendezvényein. Ilyen alkalom volt 2020-ban az International Conference on Nuclear Security: Sustaining and Strengthening Efforts (ICONS 2020) konferencia, 2021-ben a 66th IAEA General Conference (GC) és 2022-ben a Technical Meeting on Nuclear Forensics: From National

Foundations to Global Impact. Ugyancsak 2022 tavaszán zajlott Bécsben a First International Conference on Nuclear Law: The Global Debate (Első nemzetközi konferencia a nukleáris jogról: A globális vita) elnevezésű konferencia is.

A konferencia hibrid volta ellenére a nemzetközi szakértők többsége jelen tudott lenni, hogy megvitassa a nukleáris törvényszéki vizsgálatok és a radiológiai helyszínelés kapcsolódási pontjainak jövőbeli irányait. A konferencián 64 NAÜ-tagállam, az Európai Bizottság és számos nemzetközi szervezet képviselőjében több mint 190 résztvevő volt jelen.

A KONFERENCIÁN FELDOLGOZOTT SZCENÁRIO

A szakértői előadások, a panelbeszélgetések és az esettanulmányok elsősorban azzal foglalkoztak, hogy a nukleáris törvényszéki szakértelem és a radiológiai helyszínelés hogyan teszi lehetővé a nukleáris és radiológiai anyagokkal kapcsolatos bizonyítékok felhasználását a bűnügyi nyomozások, katonai ügyészségi és bírósági eljárások támogatására. A szakértők a magyar protokollt megtekintve megállapították, hogy az igazságügyi hatóságok vagy más nyomozó szervek közötti információcsere-csatornák létrehozásával össze kell kapcsolni a nukleáris törvényszéki szakértelmet a hagyományos törvényszéki szakértelemmel, hiszen ennek működését megtapasztalták a gyakorlatban.

A konferencia idején megtartott interaktív foglalkozáson egy kitalált, de a valóságból merített forgatókönyv alapján videó- és élő demonstráció segítségével végig lehetett követni egy bűnyügvet az elkövetéstől a bírósági ítélet meghozataláig.

A szcenárió szerint egy Oscar nevű személy egy nukleáris anyagokat tároló intézetbe bejutva nukleáris anyagot szerez meg. Mindezt úgy, hogy egy belépésre jogosult kutatót eszméletlen állapotba juttat, és annak belépésre jogosító kártyáját elvéve és felhasználva szerzi meg az anyagot. Ezt követően a kutató gépjárműjét használva távozik a helyszínről. Az eseményt az intézmény jelenti a nemzeti atomenergia hivatalnak és a rendőrségnek. A nyomozás során Oscart és a lopott jármű mozgását a térfigyelő kamerák felvételei segítségével végig tudják követni, és a személy azonosítása is megtörténik. A filmben bemutatott jeleneteket Magyarországon forgatták. A szcenárió további részében Oscar megjelenik egy bécsi pályaudvaron, ahol elhelyez egy hátizsákot, miközben elfogja az Osztrák Szövetségi Belügyminisztérium „Cobra” különleges beavatkozó





3. ábra. A helyszínelés speciális eszköztára (Fotó: D. Calma ENSZ NAÜ)

egysége. Az egység tűzszerészei átvizsgálják a hátizsákot. Robbanóanyagot nem, nukleáris anyagot azonban találnak, amelyet átküldenek a magyar egységnek a bizonyítékok begyűjtése céljából. A hátizsákot – egy úgynevezett kesztyűs fülkében – egy bűnügyi technikus nyitotta ki. Az eljárást a bizonyítékláncolat (chain of custody) folyamatos biztosítása érdekében videó- és fényképfelvételekkel dokumentálták. A biztonságos környezet megteremtése után a nukleáris anyag ólomtokozását is meg lehetett vizsgálni daktiloszkópiai nyomtörödékek (ujjlenyomatok) után, valamint lehetőség nyílt DNS anyagmaradvány-törletek rögzítésére a hátizsák belsejéből és az ólomtökről. Az osztrák–magyar közös munka érdekessége volt, hogy az Ausztriából küldött bizonyíték láncolata nem szakadt meg, végig nyomon követhető maradt. Jelentős szakmai siker, hogy a hagyományos bűnjeleket (ujjnyom, DNS-anyagmaradvány) és a radioaktív bűnjeleket (nukleáris anyag tokozattal együtt) egyaránt begyűjthették a szakemberek, és így rendkívül le rövidült a vizsgálati idő, vagyis a nukleáris anyag meghatározását, karakterizálását azonnal meg lehetett kezdeni. Mindeközben megkezdődött Oscar kihallgatása és megtörtént a lakhelyének beazonosítása is. A lakását a Cobra egység felderítette, és miután nem találtak ott más személyt, illetve egy tűzszerecszobrot a helyszínt átvizsgálta, átadták azt a magyar egységnek a radiológiai helyszínelés céljából. A bemutató ettől a ponttól élőben zajlott, hiszen ez a helyszínelés volt a magyar közös csapat élő demonstrációja. Bemutattuk, hogy hogyan kezelhetők biztonságosan a nukleáris és egyéb radioaktív anyagok bűncselekmény esetén. A közös csapat annak biztosításához is fontos, hogy a nukleáris és egyéb radioaktív bizonyítékokat szakszerűen és biztonságosan lehessen begyűjteni a bűncselekmény helyszínén, azt követően nukleáris törvényszéki laboratóriumba szállítani, a szabványos működési eljárásoknak megfelelően elemezni, majd vagy a katonai ügyészségen vagy a bíróságon felhasználni. Épp úgy, akár a hagyományos bűnjelek esetén, a nukleáris és radioaktív anyagok esetében is minden

mozzanatnak jogszerűnek és szakszerűnek kell lennie, a bizonyítékláncolat nem szakadhat meg, és minden helyszínen tartózkodó személy biztonságát szavatolni kell.

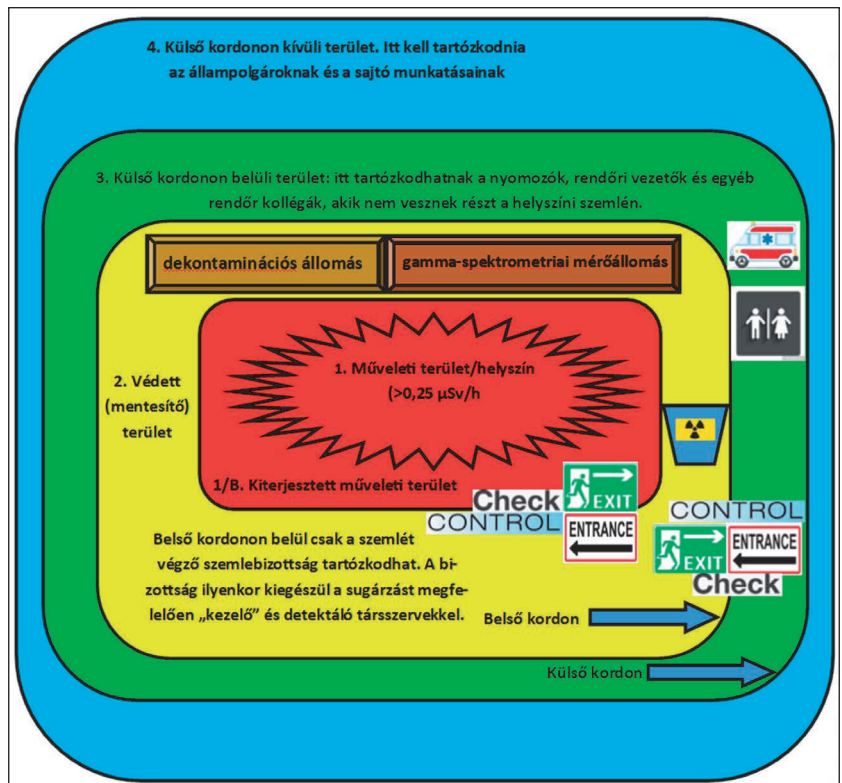
A SZCENÁRIÓBAN MEGJELENT ESEMÉNY KEZELÉSÉNEK LÉPÉSEI: EGY TERVEZETT ELJÁRÁSREND ALAPJAI

A helyszínelés megkezdése előtt mindenképp szükséges egy ún. előkészítési szakasz. (3. ábra)

Ekkor történik például a detektorok helyszíni kalibrálása, a háttérugrás mérése, de ide tartozhat az elkerített radiológiai helyszín (rendőrségi kordon mellett, adott esetben sugárzás miatti elkerítés is, azaz fehér-piros lánc és/vagy sugárveszély szalag használatával) körüli tér felületi szennyezettségének felmérése is. Ebben a szakaszban kell kijelölni a tiszta területet, de ekkor történik a zónák kijelölése (zöld–sárga–piros, valamint ezek mibenlétének meghatározása), az eszközök kirakodása, a radiológiai helyszín dózismérése távmérő rendszer segítségével, majd a dózis és egyéb várható veszélyforrások ismeretében a munka megtervezése a koordinátor és sugárvédelmi szakértő segítségével, egyeztetés a társhatóságokkal. Az előzetes információk alapján a csapat egyéni védőeszközöket alkalmaz szükségesség függvényében: Tyvek ruha¹, védőcsizma, kéz- és karvédő, kesztyű, gázmaszk, doziméter, ólomkötegy stb. (4. ábra)

Mindezek után a csapat első körben a forró pontokat detektálja és ártalmatlanítja. Az elkerített radiológiai területen (a piros zónában) a kockázatfelmérést, a munka megtervezését és a háttérmerést követően megkezdődik a felületi szennyezettség vizsgálata (az esetlegesen kiszóródott anyagok, szennyezések felderítése), valamint a forró pontok (sugárzó anyag jelenlétére utaló, emelkedett sugárzási szint, avagy hot spots) beazonosítása és megjelölése.

4. ábra. A zónák rendszere (Készítette Balaskó Ákos r. alezredes)





5. ábra. Szennyezettség mérése (Fotó: D. Calma, ENSZ NAÜ)

A forró pontok felderítését követően azok azonosítása szükséges, vagyis az ott található radiológiai anyagok izotópozonosítása mérőműszerekkel. A mérések megfelelnek a NATO STANAG 4701 (AEP 66)² dokumentumnak is. Ezt követi a bűnjeltek szabályos megjelölése.



6. ábra. Radioaktívan szennyezett bűnjeltek jelölése (Fotó: D. Calma ENSZ NAÜ)

Mindezek után a sugárzás mértékétől függően a csapat által detektált anyagok szakszerű begyűjtése következik csipeszek, manipulátorok alkalmazásával. A begyűjtés során maximálisan be kell tartani a sugárvédelmi szabályokat és a kontamináció (keresztaszennyezés) elkerülésére is törekedni kell. Mindig a „tisztá” technikus biztosítja a bűnjeltek számára a bűnjeltek, vagy minden egyes minta begyűjtése között kesztyűcserének kell történnie. A helyszínről előzetesen, és az eljárás alatt is folyamatos videó- és fényképfelvételek készülnek. A kamerával rögzített anya-

7. ábra. Kesztyűcsere szabályos végrehajtása (Fotó: D. Calma ENSZ NAÜ)



gok magába foglalják a helyszínelő szakszemélyzet tevékenységének rögzítését is, mert magának az eljárásnak is meg kell felelnie az MSZ EN ISO 21043 szabványsorozat 1. és 2. részének³.

A helyszínről kikerülő összes anyagot – ide értve a begyűjtött bűnjeltek és a felkutatáshoz vagy a rögzítéshez alkalmazott eszközöket is –, a tiszta zónában szükséges felületi szennyezettségméréssel újra mérni.



8. ábra. Felületi szennyezettség mérése (Fotó: D. Calma ENSZ NAÜ)

A bűnjeltek esetében a bűnjeltek felületéről vett dörzsmintákkal, valamint a radioaktív anyag esetén gamma-spektrometriával az izotópok pontosabb azonosításához, illetve nukleáris anyagok esetén azok kategorizálásához (pl. dúsított urán, fegyver minőségű, vagy éppen természetes, esetleg szegényített urán, plutónium stb.) szükséges a mérést megismételni.

Ezzel a tevékenységgel a törvényszéki eljárás már a helyszínen kezdetét veszi, így csökkentve az idővesztést. Ezzel párhuzamosan a helyszínről kiadott bűnjeltek kesztyűszákba ún. glovebag-ba kerülnek, ahol a szükséges vizsgálatok elkezdődhetnek. (Például a DNS-anyagmaradvány-törlet rögzítésével egyidejűleg – telefonkészülék esetében – az adatkinyerés is elkezdődhet UFED⁴ technológia alkalmazásával.

A HELYSZÍNI MENDZSMENT ELŐNYEI AZ ÁLTALÁNOSAN ÉRVÉNYBEN LÉVŐ ELJÁRÁSOKKAL SZEMBEN

A fentiekben leírt tevékenység során a hagyományos bűnjeltek rögzítése, a digitális adatkinyerés és a nukleáris anyag karakterizálása egy időben, még a helyszínen megtörténik, és a kapott adatok azonnali továbbításával a bűnüldözési kompetencia jelentősen nő. Nem vitás, hogy ez a képesség egy terrorcselekmény esetén rendkívüli mértékben fontos. A magyar csapat a helyszínről képes a videófelvételeket valós időben a vezetési pontra küldeni, a fényképeket adatkapcsolaton keresztül a fénykép elkészültekor továbbítani. Az összehangolt tevékenység által a társszervek, más szakértők, vagy a bűnüldözési szervek – akár más országban is – élő képet kaphatnak titkosított csatornán, valós időben, így segítve a vizsgálati zónában dolgozó csapatot, illetve így juttatva az információt a megfelelő szervhez. Szintén unikális, hogy a csoport a tradicionális bűnjeltek méretarányos fényképét azonnal képes a szakértői intézeteknek eljuttatni, ahol az adatok futtatása így már a helyszínelés alatt elkezdődhet, tehát nincs időkiesés, miközben a bizonyítékok felületei lánc folytatódhat.





9. ábra. Daktiloszkópiai nyomtörredék vizsgálata Forenscope eszközzel (Fotó: D. Calma ENSZ NAÜ)

A nukleáris kriminalisztika témájában rendezett bécsi technikai értekezleten ezt a protokollt mutatta be az Eötvös Lóránd Kutató Hálózat, Energiatudományi Kutatóközpont, valamint a Készenléti Rendőrség, Nemzeti Nyomozó Iroda, Bűnügyi Technikai Főosztály közös kutatócsoportja.

Az így megszerzett bizonyítékokat egy próbapaperben, a nukleáris igazságügyi szakértői következtetésekkel együtt használták fel, így támogatva az Oscar elleni eljárást.

„A forgatókönyv a bűnügyi helyszín elemeinek, a törvényszéki elemzéseknek és a tárgyalótermi eljárásoknak a lenyűgöző sorozatát szötte össze, hogy megerősítse, hogyan használják a radiológiai helyszínelési módszereket és a nukleáris törvényszéki következtetéseket a bírósági eljárásokban” – mondta Frank Wong⁵ a Lawrence Livermore Nemzeti Laboratórium (USA) vezető kutatója. [2]

Az esemény végén a résztvevők a kriminalisztika alapkérdéseire is választ kaphattak, különösen a nukleáris törvényszéki szakértői vizsgálat, a nukleáris vagy egyéb radioaktív anyagok, illetve a radionuklidokkal⁶ szennyezett bizonyítékok vizsgálata után, azok eredményeit felhasználva annak megállapítása érdekében, hogy melyek ezek; az anyagokat mikor és hol állították elő, és milyen rendeltetésük volt a nukleáris biztonsággal kapcsolatos jogi eljárások keretében. Ezzel kapcsolatban Elena Buglova, a NAÜ nukleáris biztonsági részlegének igazgatója az alábbiakat mondta: „A nukleáris törvényszéki szakértelem elengedhetetlen az eltűnt, elveszett vagy ellopott nukleáris vagy radioaktív anyagok kezeléséhez. Ha tudjuk, honnan származik az anyag, az elősegíti a nukleáris vagy egyéb radioaktív anyagokat érintő vagy ellenük irányuló bűncselekmények vagy szándékos, jogosulatlan cselekmények kivizsgálását.” [2]

ÖSSZEZGÉS

A fent bemutatott eljárás bekerült a Rendőrségi Oktatási és Kiképző Központ (ROKK) bűnügyi technikai alaptanfolyamainak oktatási tematikájába is. Ennek jelentősége abban áll, hogy a Magyar Honvédség katonai helyszínelői is a ROKK által vezetett tanfolyamot végzik el, így már ott elsajátíthatják hogyan kell a legtöbb bizonyítékot, adatot szűk időablakban begyűjteni, amely később előnyükre válik a műveleti területen történő munkavégzés során. [3] Az eljárásrend minimális átalakítással alkalmazhatóvá válhat azokban a nemzetközi katonai műveletekben is, ahol rövid idő alatt a lehető legtöbb információt kell megszerezni az adott területről. Hangsúlyozandó, hogy a protokoll nem kizárólag helyszínelésnél, hanem kutatás, területátvizsgálás, egyéb eljárási cselekmények esetén is alkalmazható, mind a rendőri, mind a katonai oldalon. A bűnügyi és a katonai helyszínelés nem állnak egymástól távol, hiszen a szakemberek hasonló munkát végeznek. Például egy támadás után hadszíntéri helyszínelő csoport (WIT – Weapons

Intelligence Team) érkezik a helyszínre, és igyekszik begyűjteni a lehető legtöbb bizonyítékot, amelyeket majd az összhaderőnemi, műveleti területre tekinthető bűnügyi labor fog vizsgálni. A kapott eredményekkel segítik a parancsnokok döntéshozatalát, a műveleti területen szükséges eseti felkészítést és kiképzést, bővítik a műveleti adatbázist, így támogatva a befogadó nemzet büntető eljárásait. [4]

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Technical Meeting on Nuclear Forensics: From National Foundations to Global Impact <https://conferences.iaea.org/event/266/> (Letöltve: 2022.6.28.)
- [2] Kovacs-Szeles Eva, Tafili, Vasiliki: Nuclear Forensics and Radiological Crime Scene Management: Key Elements of Nuclear Security <https://www.iaea.org/newscenter/news/nuclear-forensics-and-radiological-crime-scene-management-key-elements-of-nuclear-security> (Letöltve: 2022.6.28.)
- [3] Az Országos Rendőr-főkapitányság és a Honvédelmi Minisztérium között kötött együttműködési megállapodás ORFK Tájékoztató (OT) 2015/17. szám Budapest, 2015. szeptember 15. Szám: 29000/38267/2015. ált. (2015. szeptember 14.) http://www.police.hu/sites/default/files/ot_17_0.doc (Letöltve: 2022.6.28.)
- [4] Takács Vivien | A Magyar Honvédség helyszínelői <https://honvedelem.hu/hirek/a-magyar-honvedseg-helyszineloi.html> (Letöltve: 2022.6.28.)

JEGYZETEK

- 1 A DuPont Tyvek Classic Xpert overall egy antisztatikus, vízálló, csuklyás overall, amely vegyszerálló, por és aszbeszt rostok elleni védelemmel rendelkezik. A védőruhát belső varratok, rugalmas csuklya, speciális zippzár, rugalmas szalagok a mandzsettán, a bokánál és a derékon, és ergonómikus szabás jellemzik. A védőruha egyes típusai légzésvédő eszközzel (gázálarccal) is kiegészíthetők. (A szerk.)
- 2 AEP-66(A)(1) NATO handbook for sampling and identification of biological, chemical and radiological agents (SIBCRA)
- 3 MSZ EN ISO 21043 Bűnügyi tudományok. 1. rész: Szakkifejezések és meghatározások 2. rész: A bűnjelek felkutatása, dokumentálása, begyűjtése, szállítása és tárolása (A szerk.)
- 4 UFED (Universal Forensic Extraction Device – Univerzális törvényszéki dekóder) olyan eszköz, amely az információk kinyerésére és dekódolására szolgál, a piacon kapható telefonok szinte mindegyike esetében alkalmazható, még zárolásvédelemmel ellátott készülékek esetében is. Segítségével kinyerhetők a hívásnaplók, még törölt SIM-kártyák esetében is, továbbá a telefonszámok, a képek, a videók, a hangfájlok, vagy akár a grafikus földrajzi címek is. (A szerk.)
- 5 Dr. Frank Wong a Massachusettsi Műszaki Egyetem (MIT) nukleáris mérnöki szakán diplomázott, majd PhD fokozatot szerzett, jelenleg a Lawrence Livermore National Laboratory vezető tudósa és munkájával az Amerikai Egyesült Államok Energiaügyi Minisztérium Nemzeti Nukleáris Biztonsági Hivatalának nukleáris biztonsági programjaiban dolgozik. (A szerk.)
- 6 A radionuklidok radioaktív atommagok, amelyek lehetnek: (1) elsődleges, vagy természetes radioaktív magok, amelyek megtalálhatók a Naprendszer keletkezése óta, felezési idejük nagyon hosszú (238U, 40K, 87Rb); (2) másodlagos természetes radionuklidok olyan magok, amelyek az elsődleges magok bomlása révén keletkeznek, felezési idejük nagyon rövid, a Naprendszer keletkezése óta nem találhatók meg (38 ilyen mag ismert); (3) indukált természetes radionuklidok állandóan keletkeznek a kozmikus sugárzás hatására, 10 ilyen mag ismert. (3 H, 14C); (4) a mesterséges radionuklidok emberi tevékenység során keletkeztek, a természetben nincsenek számottevően jelen, 2000 ilyen mag ismert (60Co, 137Cs, 24Na) (A szerk.)

Dr. Laczik Bálint*

A Brennan-torpedó

ELŐZMÉNYEK

A harcoló felek már az ókorban is használtak olyan eszközöket, amelyekkel felgyújtották az ellenség hajóit. A lőpor európai felfedezése után azonban csak sokára kezdték alkalmazni a vízen úsztatott petárdákat, aknákat. Elsőként 1585-ben Frederico Gianibelli¹ itáliai hadmérnök robbanó hajói törték át a spanyol hajók blokádját a németalföldi Schelde folyón.

A XVII. században jelentek meg a kezdetleges, akkoriban alig használható bűvárhajók. Az észak-amerikai függetlenségi, majd nem sokkal később a napóleoni háborúban már gyakran vetették be a különféle víziaknákat.

Az első, valóban használható merülőhajót Robert Fulton² Napóleonnak kínálta fel. Jóllehet a szerkezetet Párizsban, a Szajrán eredményesen kipróbálták, a francia császár nem tartott igényt a találmányra. (A hajó neve – „Nautilus” – Jules Verne egyik legkedveltebb regénye³, majd az első atommeghajtású tengeralattjáró elnevezése nyomán vált emlékezetessé.) Fulton ötleteivel sikertelenül kereste meg az angol, majd az észak-amerikai hadügyi szerveket. Korábbi kísérleteivel felhagyott, szakmai és üzleti sikerét a gőzgéppel működtetett hajó hozta meg.

A köztudatban a revolver feltalálójaként ismert Samuel Colt⁴ elektromos szikrával felrobbantott úszó aknáit [1] az észak-amerikai polgárháborúban a tengeri hadviselés több új eszköze követte. A távlatosan útmutató konstrukciók, az alacsony építésű, forgatható lövegtornyos Monitor⁵, a mélyből támadó bűvárhajó és a különféle úszóaknák a haditechnika fejlődésének fontos elemeivé váltak.

Viktória királynő (1819–1901) világbirodalmának kiemelt hatalompolitikai kérdése volt az anyaországi és a gyarmati kikötők védelme. A kor egyik legtekintélyesebb brit politikus, Lord Palmerston (1784–1865) nevéhez fűződő hatalmas erődítések elsősorban a brit és az ír szigetek elleni támadásokat voltak hivatottak elhárítani. Később Máltán, majd a távol-keleti gyarmatokon és Ausztrália partvidékein is gigászi objektumok épültek.

A partvédő erődöket a kor legmodernebb fegyvereivel és kiszolgáló eszközeivel szerelték fel. [3] A különösen nagy úrméretű lövegek töltését, mozgatását hatalmas, bonyolult berendezések, gőzgéppel hajtott hidraulikus rendszerek végezték. (A gőzgépek esetleges kiesésekor az erőd teljes

állományának bevonásával, kézi hajtású szivattyúkkal működtették a munkahengereket.)

A tengeri hadviselés napjainkig meghatározó fegyvere a torpedó. (A kifejezés Fultontól származik, sokáig a bűvárhajókat és az úszó robbanóeszközöket egyaránt így nevezték.)

A meghajtott tengeri robbanóeszköz használható formáját az osztrák haditengerésztől leszerelt Giovanni Biagio Luppis⁶ sorhajókapitány kezdetleges ötletét alaposan továbbfejlesztő Robert Whitehead⁷ alkotta meg.

Whitehead konstrukciójában sűrített levegővel táplált háromhengeres dugattyús gép forgatta a torpedó hajócsavarját. Az iránytartást pörgettyús mechanizmus, az állandó mélységben haladást ingás szabályozó segítette. A Whitehead-torpedó első változatának maximális hatótávolsága 320 méter, robbanótöltete megközelítőleg 100 kg lőgyapot volt.

1875-ben a fiumei magyar kikötőben nyílt meg a világ első torpedógyára, a világhírnévre szert tevő Whitehead és Társa hajó- és torpedógyár, amely a XIX. század második felétől számos, egymással háborúban álló ország számára szállította az egyre tökéletesebb gyártmányokat. Nagy-Britannia a Whitehead-szabadalmat is megvásárolta.

Thomas Newcomen⁸ kezdetleges, atmoszférikus gőzgépe hamarosan csúcstechnikai szerkezetté finomodott. A XIX. század meghatározó eszköze, a hatalmas helyigényű, súlyos gőzgép megfelelő eszköz volt a transzmissziós szíjakkal hajtott üzemi berendezések működtetésére. A hajók, vasúti szerelvények mozgatására is alkalmas erőgép azonban már kevésbé felelt meg a közúti, mezőgazdasági és különösen a harcjárművek igényeinek. A repüléstechnikában pedig – néhány eleve reménytelen próbálkozást leszámítva – fel sem merült a gőzgép alkalmazása.

A XIX. század második felében a különféle torpedóötletek elképesztő sokasága született. A feltalálók különleges, és néha meghökkentő konstrukciókkal próbálták szerkezeteiket mozgatni. [4], [7], [9]

Sid Hugh Nealy 1887-ben szabadalmaztatott torpedója két egységből állt: a víz felszínén úszó testről függött a robbanó egység. Az első részt annak hossz tengelye körül forgató rugómotor hajtotta. A forgó test palástján archimédeszi csavarfelület formájú lemez helyezkedett el, a torpedó a felső részt vontatva fúrta magát a vízben előre. (U.S. Patent No.358.471, lásd 1. ábra)

ÖSSZEFOGLALÁS: A cikk a 19. század néhány korai torpedóját ismerteti. Louis Brennan a viktoriánus kor egyik legzseniálisabb gépészeti feltalálója volt. A Brennan-torpedót az első megvalósult irányított lövedékként alkalmazták Anglia kikötőinek és haditengerészeti állomásainak védelmére. A fegyver egy egészen egyedül huzalos meghajtó- és vezérlőmechanizmust alkalmazott. Brennan néhány további, meglepő találmánya a pörgettyűvel stabilizált egysínű vasút, és az első gyrocopter.

KULCSSZAVAK: korai torpedók, Louis Brennan, irányított lövedék, huzalmeghajtás, irányító mechanizmus, egysínű vasút, gyrocopter.

ABSTRACT: The study follows up some of the early torpedoes from 19th centuries. Louis Brennan was one of the most ingenious mechanical inventors of the victorian age. The Brennan's torpedo used as the first practical guided missile for protection of the England's harbors and naval stations. The mechanism of the weapon applied a very unique wire driving and controlling device. Some exclusive inventions of Brennan are the gyroscope stabilized monorail and the first gyrocopter too.

KEY WORDS: early torpedoes, Louis Brennan, guided missile, wire driving and controlling mechanism, monorail, gyrocopter.

* Nyá. mérnök, korábban a Budapesti Műszaki Egyetemen címzetes docense. ORCID: 0000-0001-5987-662X

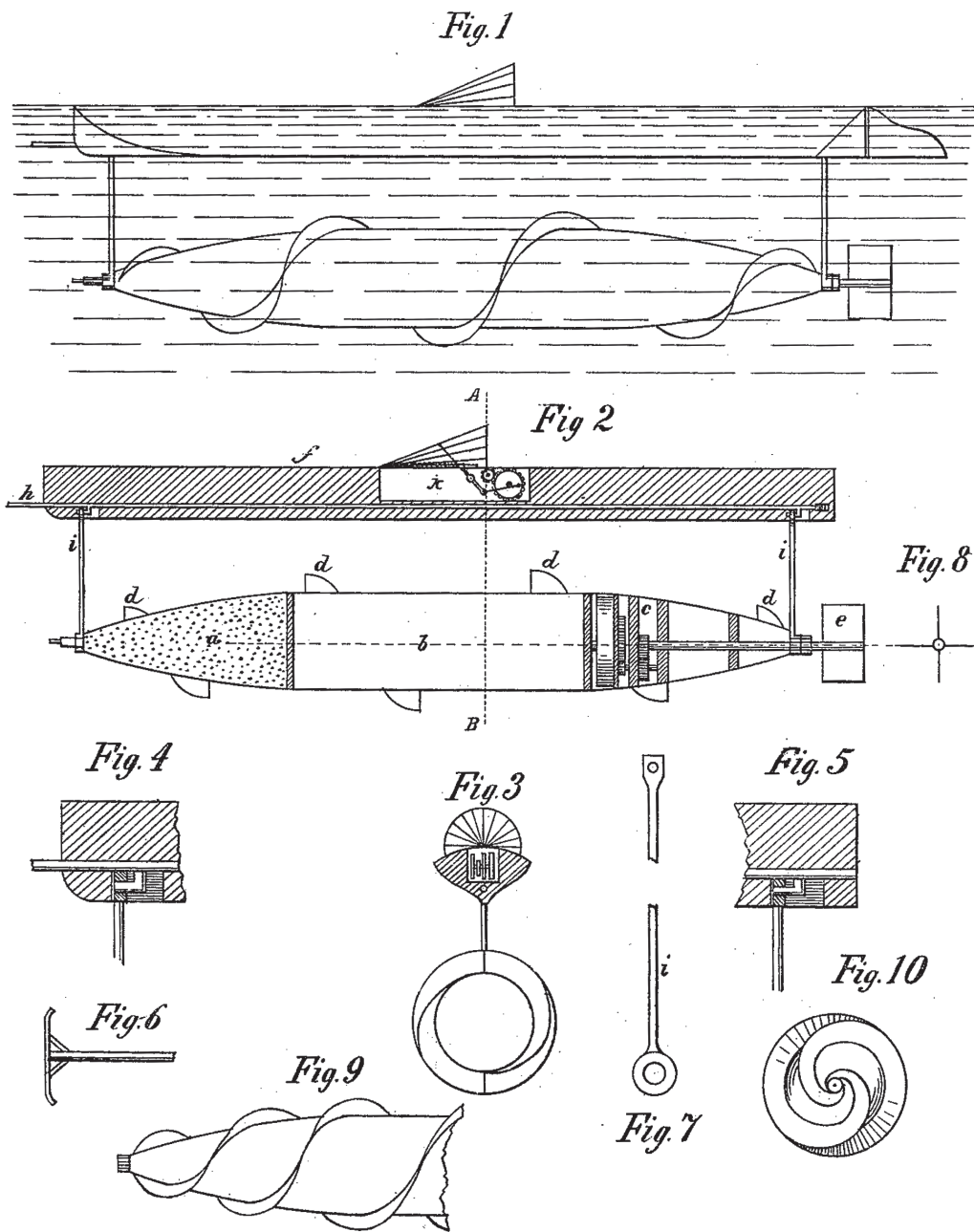


(No Model.)

S. H. NEALY.
MARINE TORPEDO.

No. 358,471.

Patented Mar. 1, 1887.



Witnesses:
O. Davidson.
J. L. Holmes.

Inventor
Sid. H. Nealy
By his Attorney
D. C. Curtis, J. P. H. & P.

1. ábra. Sid Hugh Nealy torpedójának szabadalmi rajza [1]

LOUIS BRENNAN (1852–1932)

Louis Philip Brennan Írországban született, majd 10 éves korában szüleivel Ausztráliába, Melbourne-be költözött. Az ifjú már igen korán tanújelét adta különleges tehetségének, műszaki érzékének. A legbonyolultabb mechanikus játékokat, berendezéseket is ügyesen szedte szét, javította és rakta össze.

Az ausztrál fővárosban kitanulta az órásmesterséget. Az első, komoly szakmai sikerét egy teljes hajórakomány, a hosszú tengeri úton a sós pára által tönkretett óra gyors megjavításával érte el. Ausztrália legrégebbi felsőfokú műszaki iskolájában, a Collingwood Artisan's School esti kurzusán mérnöki oklevelet szerzett. Tanulmányai mellett több sikeres találmányt dolgozott ki, majd az ausztrál Victoria önkéntes partvédelmi tüzér ezredben vállalt katonai szolgálatot.

Parancsnoka és korábban tanára, Alexander Kennedy Smith sokoldalú, aktív személyiség volt. Kiváló gépészmérnökként egy jól működő saját öntödével rendelkezett, néhány évig Melbourne polgármestere, majd az ausztrál törvényhozás tagja is volt. A Victoria ezredben őrnagyként szolgált, hatékonyan támogatta az alakulatába beosztott ifjú őrmester ötleteit.

Brennan, a mechanikus meghajtású torpedó mellett számos további találmányt is kidolgozott. Egyik különösen ötletes szerkezete a korát messze megelőző, csendes üzemű, csupán öt billentyűvel működtetett gyorsíró-gép volt.



2. ábra. Louis Brennan arcképe [12]

Brennan sokáig a brit haditechnikai kutatások kiemelt szakértőjeként, az első világháború alatt a lőszerfejlesztés és -gyártás területén dolgozott. Legfontosabb találmányai, a különféle, pörgettyűvel stabilizált, egy nyomon járó járművek látványos bemutatásokon arattak sikert, világszerte ismertté tették alkotójuk nevét.

Brennan sokoldalú érdeklődése és nagyszerű műszaki érzéke a XIX. század végén kezdődő, a levegőnél nehezebb eszközökkel történő repülés területén is eredményesnek bizonyult: a helikopter feltalálójának sorából az ő neve sem hagyható ki.

Az idősödő mérnököt 1925 után további fejlesztésekbe már nem vonták be, és a szolgálatból megalázóan

alacsony járandósággal bocsátották el. Nyugdíjának méltányos emeléséről azonban az akkori pénzügyminiszter, Winston Churchill (1874–1965) személyesen intézkedett.

Ismerősei egybehangzó véleménye szerint Brennan igen barátságos, vidám, közkedvelt személyiség volt. Élete egy tragikus balesettel ért véget: 1931. december 31-én a svájci Montreux-ben egy autó elgázolta, majd a balesetben szerzett sérüléseibe 1932. január 17-én belehalt.

Louis Brennan munkássága napjainkra nagyrészt feledésbe merült, Ausztrália azonban a kontinens legnagyobb feltalálójaként őrzi az emlékezetét.

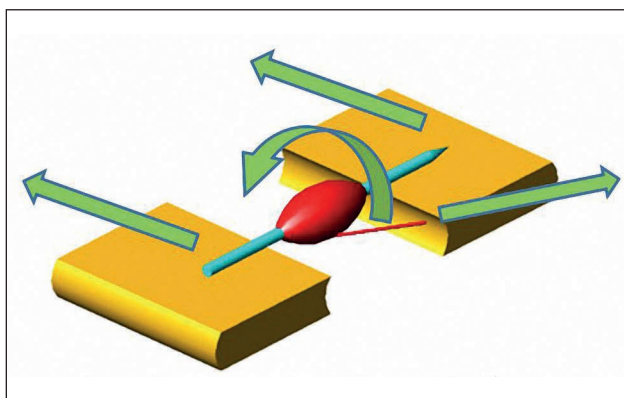
A rugómotorral, gőzsugárral, sűrített levegővel, komprimált széndioxidral, villamos telep hajtotta motorral mozgatott torpedók bizonytalan meghajtása mellett különösen nehézkes volt a célirány és víz alatti mélység tartásának megoldása.

John Adam Howell⁹ amerikai tengerésztszít torpedóját, az indítás előtt gőzturbinával felpörgetett lendkerék hajtotta. A lendkerék tömege 110 font (megközelítőleg 50 kg), kezdeti (maximális) fordulatszáma 14 500 fordulat/perc volt. A torpedó hossz tengelyére merőleges, vízszintes tengelyű lendkerék pörgettyűhatása az irány és a mélység tartását is segítette.

Az első, folyamatos pályavezérléssel irányított lövedéket, a Brennan-torpedót¹⁰ a brit partvédelem 1886-ban állította hadrendbe. A meglepően rövid idő múltán kivont fegyver a haditechnika történetének egyik legrágább eszköze volt, szolgálatának másfél évtizede alatt azonban egyetlen éles alkalmazására sem került sor.

A maga korában Brennan munkásságát világszerte ismerték, találmányairól a magyar nyelvű szakfolyóiratok mellett a napi és hetilapok is részletes tájékoztatást adtak.¹¹ A huzallal mozgatott és vezérelt torpedó, az egysínnű vasút és az egyik legkorábbi helikopter műszaki sajátosságai mellett a mára szinte elfelejtett alkotó életútja is figyelemre méltó.

A Victoria ezredben szolgáló Brennan, 22 évesen a mechanikus meghajtás egy igen különös módját fedezte fel. A működési elv Brennantól származó, illusztratív magyarázatát a 3. ábra szemlélteti. A (jobb híján) két könyvre helyezett ceruza közepére egy fonalgombolyagot tekercseltek.



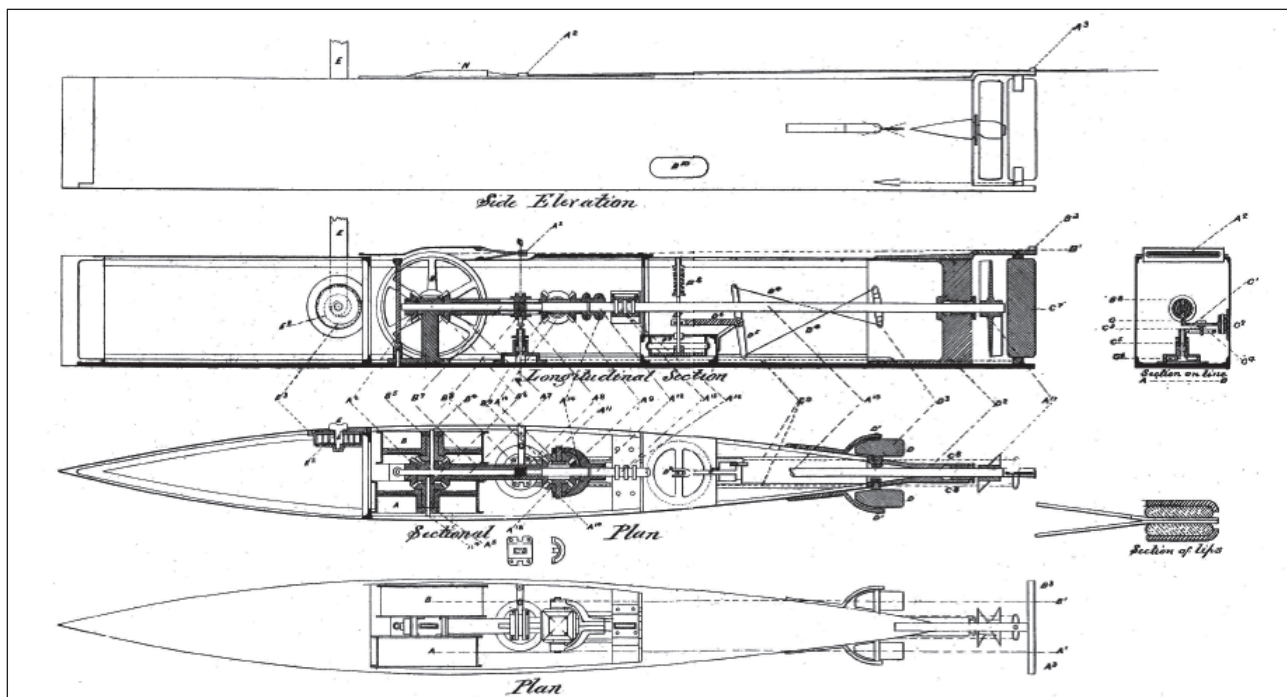
3. ábra. A Brennan-féle mechanikus meghajtás működési elve (A szerző szerkesztése)

A fonal végét a jelölt nyíl irányában húzva, a gombolyag a ceruzával együtt forogni kezd, és a rendszer a húzóerővel ellentétes irányba mozdul el.

Az ötlet alapján kidolgozott „Járművek szárazföldi, levegőben és vízben történő meghajtásra és irányításra szolgáló gépek fejlesztése” tárgyú bejelentés 1877-ben brit szabadalmi oltalmat nyert [5]. A találmány fő alkalmazását az irányított, víz alatt haladó torpedóban jelölték meg, a szabadalmi rajzok a 4. ábrán láthatók.

1879-ben a melbourne-i Hobsons-öbölben Brennan látványos bemutatót rendezett. Az új működési elvű torpedó 370 méter távolságból semmisítette meg a vízen úszó cél-





4. ábra. Brennan torpedójának szabadalmi rajza [5]

tárgyat. A haditengerészet és a partvédelmi szolgálat magas rangú tisztjei elismerő jelentésével sikerült a brit hadügyminisztérium érdeklődését is felkelteni.

A melbourne-i gazdag vállalkozók és a helyi kormányzat együttesen segítette a frissen alapított Brennan Torpedo Company-t, a cégtulajdonos feltaláló azonban – további anyagi támogatás biztosításáért – szabadalmi jogainak felét John Ridley Temperley-nek és Edwin Millarnek engedte át.

Hosszas egyeztetést követően Brennan a brit hadügyminisztériumtól találmányért 40 000 fontot kért, de a tárgyalások irányítását magához ragadó Temperley 100 000 fontot követelt. A War Office az összeget hároméves kifizetéssel fogadta el. Brennan az ajánlatot megfelelőnek ítélte, ám Temperley az elhúzódo folyósításért további 10 000 fontot kért. Némi vita után a minisztérium ezt is megadta, és a további kísérletekre Brennan-nak 1500, Temperley-nek 1200 font évenkénti fizetést folyósított.

Az új fegyver egyre növekvő, kiugróan magas költsége a brit parlamentben hatalmas politikai felháborodást robbantott ki, hiszen másfél évtizeddel előbb a Whitehead-torpedó gyártási jogát csupán 15 000 fontért sikerült megvásárolni. A Bank of England hivatalos indexe szerint egy 1887-es angol font 2022 februári átszámított értéke 140,1 £, vagyis a Brennan-torpedó hadrendbe állításának előkészítése mai áron több mint 15 milliárd angol fontba került. A fejlesztési kísérletek azonban a hatalmas összeget szinte teljesen fel is emésztették. A kikötőket védő indítóállomások és a torpedók költségeiről nincsenek pontos adatok.

Bár a feltalálók a hajóról indítható torpedót is felajánlották, a hadügyminisztérium csupán a szárazföldre telepített partvédő változat kidolgozását igényelte. A fejlesztés kísérletei 1886-ban fejeződtek be, a szakértők a fegyvert a kikötők védelmére alkalmasnak ítélték. 1894-re Viktória királynő birodalmának valamennyi fon-

tos kikötőjében hadrendbe álltak a huzalvezérlésű torpedók indítóállomásai – majd alig másfél évtized múltán a hatalmas, bonyolult rendszerek kivonták, leszerelték.

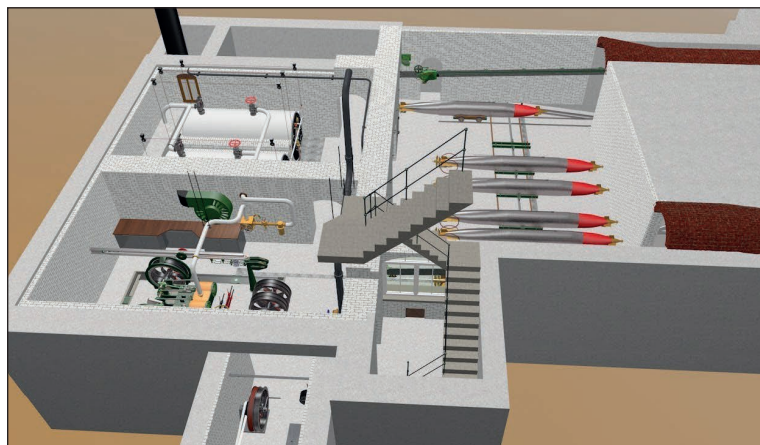
A Brennan-torpedó egyetlen megmaradt példányát a brit műszaki tisztképzés patinás intézete, a nagy-britanniai Chatham hadi akadémiaja mellett működő Royal Engineers Museum őrzi.

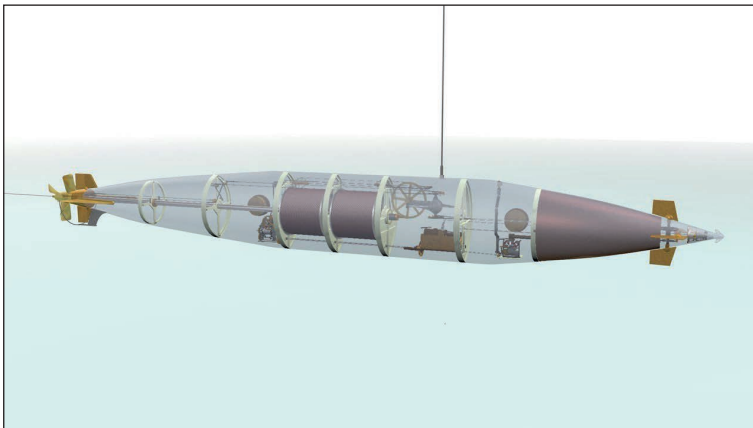
Az ugyancsak a brit szigeten lévő Fort Camden, valamint a Cliffe Fort torpedóállomások romjai és egyes berendezései megmaradtak.

A BRENNAN-TORPEDÓ MŰSZAKI SAJÁTÓSÁGAI

A többévtizedes kísérletezés eredményeként kialakult Brennan-torpedó 6,7 méter hosszú, 1020 kg tömegű volt, robbanó töltetét 100 kg nitrocellulóz alkotta. Az első változat hatásható távolsága 1800 m, az 1 mm átmérőjű huzalokkal működtetett torpedó sebessége 20 csomó (37 km/h) volt. A későbbi változatban 1,8 mm átmérőjű huzallal a maximá-

5. ábra. A Brennan-torpedó indítóállomása [13]





6. ábra. A Brennan-torpedó szerkezeti rajza [13]

lis sebesség 27 csomó (50 km/h) értékre növekedett. A korabeli, hasonló fegyverek túlnyomó többségével szemben, mozgását nem árukták el levegő- vagy gőzbuborékok, és valamennyi vetélytársával szemben, az irányíthatósága egyedülálló volt.¹²

Az igen bonyolult rendszer működési elvének megértését a 8. ábra egyszerűsített vázlatja segíti.

A torpedó egy ferde sínpályáról indult: az enyhe lejtőn lesikló test egyenletes gyorsulással futott a vízbe. A torpedóban két huzaldobot helyeztek el. A dobokat a palástjukra tekeresztelt acélhuzal lecsévélése hozta mozgásba. A lecsévélést a parti indítóállomás gőzgéppel hajtott csőrőlrendszere végezte.

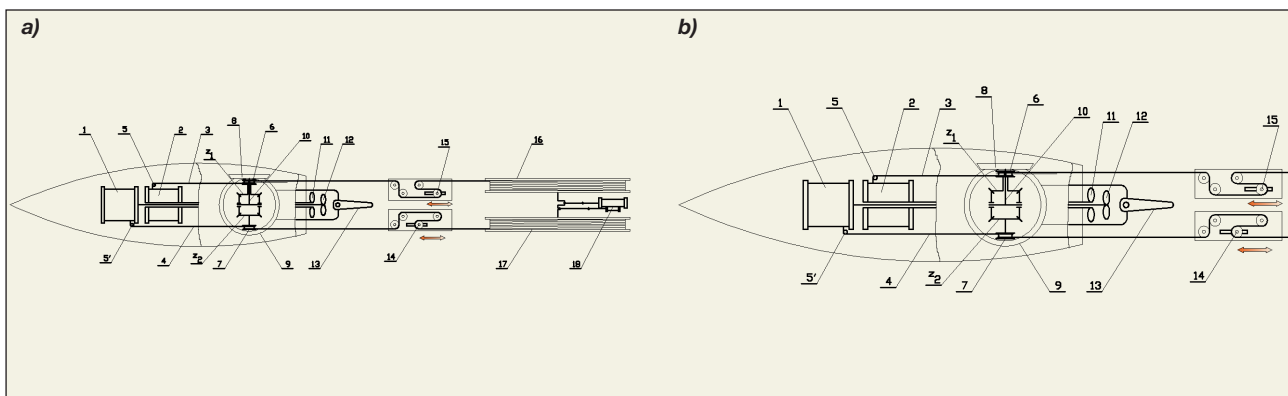
A lefutó huzalok forgásba hozták a dobokat, a dobok hajtották a torpedó végén a haladást biztosító iker propellert. A huzalok folyamatos visszacsévélésével a fegyver csavarhajtású hajóként siklott a cél felé.

A torpedó ovális keresztmetszetű kazánlemez törzsében egymás mögött helyezkedtek el az 1 és 2 jelű huzaldobok. (A dobok tengelye – eltérően a szabadalmi vázlatról – a torpedó hossztengegyében volt.) A 3 és 4 huzalok lecsévélését az 5 és 5' jelű, a dobok mellett elmozduló terelő görgők¹³ segítették. Az ellentétes irányban forgó dobok mozgását kúpfogaskerék áttételek közvetítették a 11 és 12 hajócsavarokhoz.

A huzalokat az indítóállomás 18 gőzgéppel hajtott, közös tengelyre szerelt 16 és 17 tárcsák csévélték vissza. A torpedó a vízszint alatt 12 láb mélységben haladt; a mozgás irányát az indítóállomás tornyában szolgálatot teljesítő tiszt vezérelte.

A torpedónak a vízszint fölé kissé kiemelkedő árbócára egy jelző zászlót (éjjel kis villamos lámpát) rögzítettek. Az

7. ábra. A Brennan-torpedó elvi vázlat (A szerző szerkesztette rajzok)



irányító ezeket távcsővel követve végezte a célra vezetést. A kormányzást a torpedó végén lévő 13 jelű, elforduló kormánylapát végezte.

A cél felé sikló torpedó irányítása a huzalok visszacsévélési sebességének változtatásával történt. A 3 jelű huzal a 6, a 4 jelű huzal a 7 tárcsa palástját 360°-ban vette körül, az elmozduló huzalok a tárcsákat elforgatták.

A 16 és 17 tárcsákra visszacsévélődő 3 és 4 huzalok a 6 és 7 jelű tárcsákat folyamatosan forgatták, a tárcsák pedig a középső differenciálmű z_1 és z_2 fogaskerekeit hajtották meg.

A többnyire a gépkocsikban használatos kúpkerekes differenciál mechanizmus működési elvének megfelelően, a behajtó tengelyeket ellentétes irányú, azonos fordulatszámokkal működtetve, a 10 jelű tengely nem forgott.

Az indítóállomás 19 és 20 jelű szerkezeteiben a 14 és 15 jelű görgők (a rajzon látható nyilaknak megfelelően) előre-hátra mozoghattak. Ezeket a mozgásokat vezérelte a torpedót irányító navigátor.

Például a 15 görgőt jobb felé elmozdítva a 3 huzal sebessége, és emiatt a 6 tárcsa fordulatszáma is megnövekedett. A z_1 fogaskerék fordulatszáma tehát megnőtt, a z_2 fogaskerék fordulatszáma azonban nem változott. Emiatt a differenciálmű 10 kihajtó tengelye elfordult, a tengely végén lévő 8 kúpfogaskerék a kapcsolódó 9 kúpfogaskereket elfordította. A 9 kerék mozgása miatt a 13 kormányfelület elfordult – és ennek következményként a torpedó kanyarodott.

A 15 tárcsa axiális elmozdítását befejezve, a 3 huzal sebessége immár megegyezett a 4 huzal sebességével, a differenciálmű kihajtótengelye és a kormányfelület nem fordult tovább, a torpedó a korábbi irányban haladt.

A 14 jelű tárcsát bal felé mozdítva a 4 huzal a 7 tárcsát és a z_2 fogaskereket gyorsította, a differenciálmű 10 kihajtó tengelye, és a 8 kúpkerekekkel mozgott 9 kúpkerek ellenkező irányba fordult. Az előbbihez képest ellenkező irányba mozdítva a kormányfelületet, a torpedó az ellentétes irányba kanyarodott.

M. Denny: Depth Control of the Brennan Torpedo [6] című szakcikke foglalkozik a Brennan-torpedó haladási mélységét szabályozó szerkezettel. A katonai csúcstechnikai eszközök gyakorlatában is kiemelkedő szigorral óvott berendezést közvetlenül az indítás előtt vették ki a többszörös biztonsági zárrendszerrel védett páncélskamrából, majd helyezték a torpedótestbe. A cél felé haladó torpedó vízszint alatti helyzetét hidraulikus szelep érzékeltte, a mélységi kormányt vezérlő jelet vélhetően egy különleges elrendezésű röpsúlyos szabályozó szolgáltatta.



A bizonytalan megfogalmazás nem véletlen: a Brennan-torpedó egyes műszaki kérdései napjainkig titkosítva vannak. A mélységi szabályozó dokumentációja, sőt elvi leírása sem került nyilvánosságra, az egyetlen megmaradt eredeti példány sem vizsgálható. A hongkongi Lei Yue Mun erőd kiállításán egy Brennan-torpedó másolata látható. Ez azonban csupán a meghajtórendszert tartalmazza, nincs benne a mélységi szabályozó egység.

BRENNAN KÜLÖNLEGES JÁRMŰEI

A XIX. század végének népszerű tudományos szenzációja volt a pörgettyű. Az egyszerű fizikai készülék bizarr, látványos effektusait megannyi ismeretterjesztő kiadvány, demonstrációs eszköz, játékszer hasznosította. [8] [10]

Az ausztrál vasutak építési nehézségeit megismerve született meg a lényegesen egyszerűbb és olcsóbb, csupán egyetlen sínből álló pálya ötlete. Brennan 1907-ben mutatta be az egy nyomon járó járműveinek első modellváltozatát.

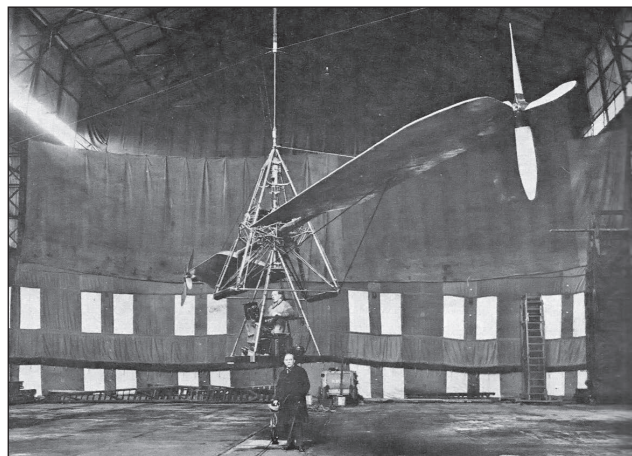
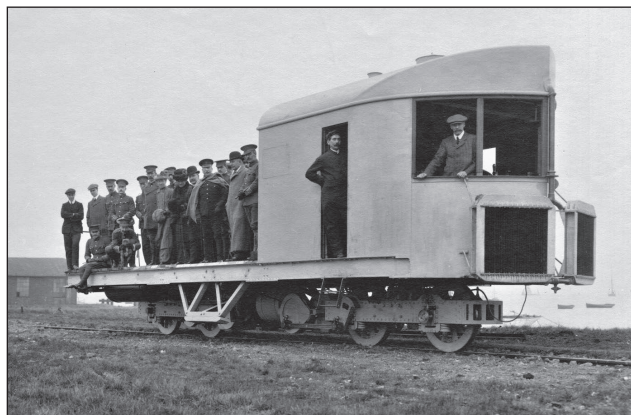
A járművek stabilizálására kifejlesztett és szabadalmaztatott (U.S. Patent No. 796.893, No.1.183.530) mechanizmusokban két pörgettyű működött. A nagy tömegű forgórészek kardánkereteit különféle mechanikus és elektromágneses csatolások kapcsolták össze. [11]

A modellkísérletek sikerét követően Brennan teljes méretű járművek sokaságát építette. A rendkívül kedvelt nyilvános rendezvények során az egysínű vasút motoros kocsijai nagy sebességgel, kanyargós pályákon szállították a fedélzetükre felvett több tucatnyi utast. A berendezések minden bemutatón hibátlanul működtek, és a pályaépítés nyilvánvalóan, számottevően olcsóbb volt, mint a szokványos vasutaké. Az egysínű rendszer azonban mégsem tudott elterjedni. A méltányos üzembiztonsági aggályokra tekintettel egyetlen vasúti társaság sem merete bevezetni, hiszen a stabilizáló pörgettyűk esetleges leállása és a gyorsan haladó jármű oldalra zuhanása bizonyosan súlyos balesetet okozott volna.

A forgószárnyú légi jármű ötlete elsőként egy ősi kínai játékszerben valósult meg. A tengelyére feltekert zsinórral forgásba hozott kicsiny bambuszszekőzt Leonardo da Vinci (1452–1519) aligha ismerte. Vázlatkönyvének – a kínai játékkal azonos elvet követő – függőleges tengelyű, légcsavarral repülő szerkezetet a népszerűsítő tudománytörténet emblematikus ábrája.

Az első világháború alatt készültek el Petróczy István¹⁴, valamint dr. Kármán Tódor¹⁵ és Vilém Žurovec¹⁶ együttműködésével a PKZ-1 és PKZ-2 jelű¹⁷ kötött, tűzérési megfigyelő helikopterek. (A munkákban a helikopter kísérleteket később folytató Asbóth Oszkár is részt vett.¹⁸) A PKZ, vala-

8. ábra. Brennan egysínű vasútja [14]



9. ábra. Brennan helikoptere, az idős feltaláló a gép előtt áll [15]

mint a későbbi Asbóth-féle szerkezetek légcsavarjai fix állásszöggel készültek. Kármán a forgószárnyú repülés elméletének alapvetéseit nem sokkal a helikopter kísérleteit követően publikálta.¹⁹

Brennan már igen korán, 1884-ben a forgószárnyú repülőgépekkel kezdett foglalkozni, a helikopter-kísérleteket a brit hadügyminisztérium jelentős késéssel, 1916-ban indította el. Az új elvű repülő első – szigorúan titkos – zárt térben végrehajtott levegőbe emelkedése 1921-ben történt. Három évvel később a gép már szabad téren is számos repülést végzett, 1925-ben azonban lezuhant és összetört. A helikopterfejlesztést tovább folytatták.

Brennan forgószárnyas szerkezetének terve két évtizeddel előzte meg a Wright testvérek első, merev szárnyú motoros géppel végzett sikeres repülését (1903). A Brennan-helikopter működőképessége azonban csak három évtizeddel később igazolódott.

A forgószárnyat a két lapátból álló, vezérelt állásszögű légcsvavar képezte. A forgatást a függőleges tengelyű forgószárny-lapátok külső végén elhelyezett kisebb, vízszintes tengelyű légcsavarak biztosították. A függőleges tengelyű forgószárny szabadon forgott, a vízszintes tengelyű légcsavarakat, a forgószárny-lapátokon keresztül vezetett tengelyek működtették.

A motorikus meghajtás nélkül, szabadon forgó forgószárnyas és motorikusan hajtott vonólégcsvaros repülőgép, az ún. autogyro feltalálójaként a spanyol Juan de la Cierva (1895–1936) ismeretes. A napjainkban csupán a hobbirepülésben használatos, szellemes működési elv felfedezésének igazi dicsősége azonban Louis Brennanra illeti.

ÖSSZEFOGLALÁS

A torpedó a tengeri hadviselés napjainkig meghatározó fegyvere. A tanulmány a 19. század néhány korai torpedóját ismerteti, köztük az első irányított víz alatti lövedék, a Brennan-torpedó műszaki sajátosságait mutatja be, amely egy nagyon egyedi huzalos meghajtó- és vezérlőmechanizmust alkalmazott. Ezt a torpedót az első megvalósult irányított lövedékként alkalmazták Anglia kikötőinek és haditengerészeti állomásainak védelmére. Louis Brennan a viktoriánus kor egyik legzseniálisabb gépészeti feltalálója volt, ezért az összeállítás ismerteti Brennan életrajzát és néhány további, érdekes találmányát, többek között a pörgettyűvel stabilizált egysínű vasutat, valamint az első gyrocoptert is.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Forrás: <https://patentimages.storage.googleapis.com/7b/06/97/d3502a4696d986/US358471.pdf> (Letöltve: 2022.3.10.);
- [2] Philip K. Lundeberg, „Samuel Colt’s Submarine Battery: The Secret and the Enigma”, *Smithsonian Studies in History and Technology* 29, (1974) <https://doi.org/10.5479/si.00810258.29.1>;
- [3] Forrás: <https://www.victorianforts.co.uk/>, (Letöltés: 2022.3.15.);
- [4] Arthur E. Burke, „Torpedoes and Their Impact on Naval Warfare”, Naval Undersea Warfare Center Division, (2017) Forrás: <https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD1033484> (Letöltés:2022.3.15.);
- [5] N° 3359 brit szabadalom, „Improvements in machinery for propelling and guiding vessels on land, and through air and water”, bejelentők Louis Brennan és William Calvert, 1877. 4th september;
- [6] Mark Denny, „Depth Control of the Brennan Torpedo [Historical Perspectives],” in *IEEE Control Systems Magazine*, vol. 31, no. 1, pp. 66-73, Feb. 2011, doi: 10.1109/MCS.2010.939262;
- [7] Edwyn Gray, *Nineteenth Century Torpedoes and Their Inventors*, (Naval Institute Press, Annapolis, 2004);
- [8] Laczik Bálint, „A pörgettyű históriájához I.,” *Fizikai Szemle* 2016/4: 123–127 o., II. *Fizikai Szemle* 2016/5: 161–164 o.;
- [9] Michael Kitson, „The Brennan Torpedo: Installation, Employment and Withdrawal From Service, 1887–1906,” *The Royal Engineers Journal* 107 No. 3 (1993): 273–287.;
- [10] Jobst Broelmann, *Intuition und Wissenschaft in der Kreiseltechnik 1750 bis 1930*, (Deutsches Museum, 2002);
- [11] Richard Grammel, *Der Kreisel, Seine Theorie und seine Anwendungen: Zweiter Band: Die Anwendungen Des Kreisels* (Springer Verlag, 1950);
- [12] Forrás: <https://www.navyhistory.org.au/wp-content/uploads/3-Louis-Brennan-CB-Houlton-Archive.jpg> (Letöltés: 2022.3.10.);
- [13] „Camden Fort Meagher 1887–1905” készítette Rob Brassington és Norma O’Connor, 2019. április 2. <https://youtu.be/h8lyHMSBG0o> (Letöltés: 2022.3.10.);
- [14] Forrás: <https://www.flickr.com/photos/124446949@N06/48329634566> (Letöltés: 2022.3.10.);
- [15] Forrás: <https://oldmachinepress.files.wordpress.com/2015/01/brennan-helicopter-early.jpg> (Letöltés: 2022.3.10.).

JEGYZETEK

- 1 Federigo Giambelli (vagy Gianibelli; a korabeli angol szövegekben Genebelli vagy Genibelli néven is szerepel) itáliai hadmérnök és építőmérnök volt, aki Spanyolországban, a spanyol Hollandiában és Angliában dolgozott a XVI. század végén és a XVII. század elején.
- 2 Robert Fulton (Little Britain, Pennsylvania, 1765 – New York, 1815) amerikai feltaláló, a gőzhajó megalkotója.
- 3 Jules Verne regénye *Vingt mille lieues sous les mers* – Húszezer mérföld a tenger alatt címmel 1870-ben jelent meg. Első magyar kiadását Szász Károly fordításában, 1875-ben a Franklin Társulat jelentette meg.
- 4 Samuel Colt (Hartford, 1814 – Hartford, 1862) amerikai feltaláló, iparmágnás és üzletember, a revolverek tömeggyártásának úttörője.
- 5 A monitor páncélozott hadihajótípus, amelyet először az amerikai polgárháborúban (1861–1865) sekély vízű kikötőkben és folyókán a déli szakadár államok blokádjára használták. A svéd John Ericsson által tervezett prototípus a USS Monitor nevet viselte. A hajótestnek csak egy kis része emelkedett ki a vízből, hogy minél kisebb célfelületet nyújtson.
- 6 Giovanni Biagio Luppis von Rammer vagy Ivan Lupis (Fiume, 1813 – Milánó, 1875) az osztrák–magyar haditengerészet tisztje. Az osztrák tengeri tüzérség egy ismeretlen nevű tisztje által készített jegyzetek alapján feltalálta az önálló hajtással rendelkező torpedót.
- 7 Robert Whitehead (1823–1905) angol mérnök, az első hatékony önjáró tengeri torpedó kifejlesztője.
- 8 Thomas Newcomen (Dartmouth, Egyesült Királyság, 1664 – London, 1729) kovács, vízvezeték-szerelő, bádogos 1712-ben fejlesztette ki a gőzgépet üzlettársával Thomas Saveryvel.
- 9 John Adams Howell (1840–1918) az Amerikai Egyesült Államok haditengerészetének ellentengernagya, a polgárháború és a spanyol–amerikai háború idején is szolgált. Feltalálta a róla elnevezett önkormányzó torpedót, valamint szabadalmaztatott torpedóvetőket, torpedók irányítására szolgáló giroszkópokat, robbanólövedékeket és egy kételtű mentőcsónakot is.
- 10 A Brennan-torpedó Louis Brennan által 1877-ben szabadalmaztatott torpedó volt. Két ellentétesen forgó propeller hajtotta, amelyeket a torpedó belsejében tekercselt hengerek gyors kihúzásával forgattak.
- 11 „Torpedó” címszó: *A Pallas nagy lexikona*, 16. kötet, 1897, 278–281. o.; dr. D. M., „A torpedókról”, *Urania* 4. szám, (1904): 186–189. o.; K.J., Hogyan találta fel a most elhunyt Brennan a torpedót és az egysínű vasutat? *Magyar Hírlap* 1932. febr. 27, 47. szám 4. o.
- 12 A régi fegyverek szerkezetéről és működéséről Rob Brassington számos nagyszerű animációs filmet tett közzé az interneten: <https://www.patreon.com/vbbsmyt>.
- 13 A terelő görgők axiális mozgását vezérlő, komplikált szerkezetet nem részletezzük.
- 14 A helikopterfejlesztés időszakában őrnagy, a magyar katonai repülés megteremtője, az Osztrák–Magyar Monarchia hadserege Repülőerőszolgálatának parancsnoka (1874–1957).
- 15 Tartalékos mérnök főhadnagy, a modern aerodinamika legnagyobb tudósa (1881–1963).
- 16 Cseh nemzetiségű, tartalékos mérnök zászlós (1883–1935), a magyar nyelvű publikációkban vezetékneve különféleképpen, keresztneve Vilmosként szerepel.
- 17 A típusjelet a feltalálók nevének kezdőbetűi adták.
- 18 Lásd pl. Révész T.: Az első magyar katonai repülőre emlékezve (Petróczy István ezredes életútja), Új Honvédségi Szemle 2007. 4. 74–84 o., Ehmann T.: Magyar találmányú kötött helikoptera, Természettudományi Közlöny 1921. 53. évf. 755–778 füzet, 349–353 o., valamint Kármán Tódor: Örvények és repülők (Akadémiai Kiadó, Budapest, 1994).
- 19 Th. Karman: Theoretische Bemerkungen zur Frage des Schraubenfliegers, Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt, 12. Band, 1921.

1. ábra. A Budapest mátyásföldi magyar királyi Honvéd Gépkocsi Szentár raktárában tárolt HSCS KV-50 típusú traktorok, 1943. (Forrás: Fortepan / Lissák Tivadar / 72330)



Farkas Zoltán*

A Hofherr gyár a hadsereg szolgálatában

A hazai ipartörténet egyik meghatározó vállalata volt a mezőgazdasági eszközöket, felszereléseket gyártó, világhírnevet szerzett, 1900-ban alapított Hofherr-Schrantz Vasöntöde és Gépgyár Kispesten. A gyár alapítója, Hofherr Mátyás 1869-ben „M. Hofherr” néven Bécsben hozta létre önálló cégét, amely mezőgazdasági gépek gyártását végezte. Schrantz János 1881-ben társult a Hofherr céghez. A gyár sikeres fejlődése további területi fejlesztést igényelt, amelyre a bécsi lehetőségek – területi hiány miatt – nem voltak adottak. [2]

A gyár „elődje” a Hofherr Mátyás és Schrantz János 1888-ban (Budapesten, a mai Bajcsy-Zsilinszky úton) létrehozott gépraktára volt. E gyári telephely terjeszkedése azonban a székesfőváros tiltó rendelkezése miatt [2] a város külső területére történő kiköltözést jelentette. Az új lehetőségek keresése közben – az akkoriban vidéki nagyközségnek minősülő – Kispesten, alacsony áron vásároltak meg egy 10 hektáros területet, amelyet rövid időn belül 24 hektárra bővítettek. Az igazi fejlődés – a gyár fejlesztési lehetőségeinek megteremtésével – 1900-ban indult meg.

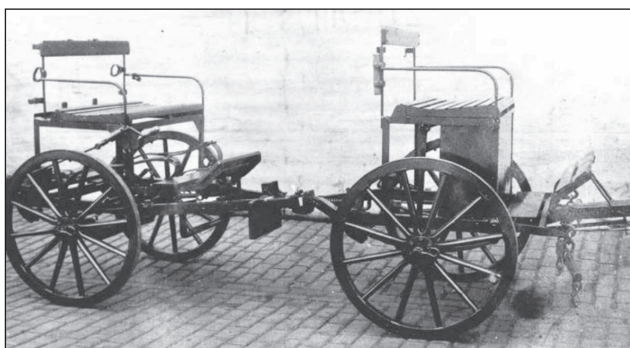
ÖSSZEFOGLALÁS: Hofherr Mátyás 1869-ben „M. Hofherr” néven Bécsben hozta létre önálló cégét, amely mezőgazdasági gépek gyártását végezte. Egy évtizeddel később az angol Clayton gyár egyes részlegeinek megvételével létre jött a Hofherr-Schrantz-Clayton-Shuttleworth Magyar Gépgyári Művek Rt. Az I. világháború idején a hadsereg különböző igényeinek kielégítése, a hadianyag-ellátás biztosítása érdekében a gyár bekapcsolódott a hadianyag-gyártásba, és a megrendeléseknek megfelelően különféle szállítóeszközöket, felszereléseket gyártottak. A szerző tanulmányában időrendben végigköveti és bemutatja az üzem legjelentősebb fejlesztéseit. Kitér a II. világháború korszakára, valamint az államosítás utáni időszakra is.

KULCSSZAVAK: Hofherr gyár, Hofherr-Schrantz-Clayton-Shuttleworth, hadianyaggyártás, katonai vontató

ABSTRACT: In 1869, Mátyás Hofherr established his own company in Vienna under the name „M. Hofherr”, which manufactured agricultural machinery. A decade later, the Hofherr-Schrantz-Clayton-Shuttleworth Hungarian Machine Works Ltd. was established by the purchase of some divisions of the British Clayton factory. During World War I, in order to meet the various needs of the army and to ensure the supply of war material, the factory became involved in the production of war material and manufactured various transport equipment and equipment in accordance with orders. The author's study chronologically traces and describes the most significant developments at the plant. It also covers the period of the Second World War and the post-nationalisation period.

KEY WORDS: Hofherr factory, Hofherr-Schrantz-Clayton-Shuttleworth, munitions production, military tractor

* Nyá. mk. alezredes, a Zrínyi Miklós Katonai Akadémia óraadó tanára 1990–1995 között. ORCID: 0000-0002-5680-0822



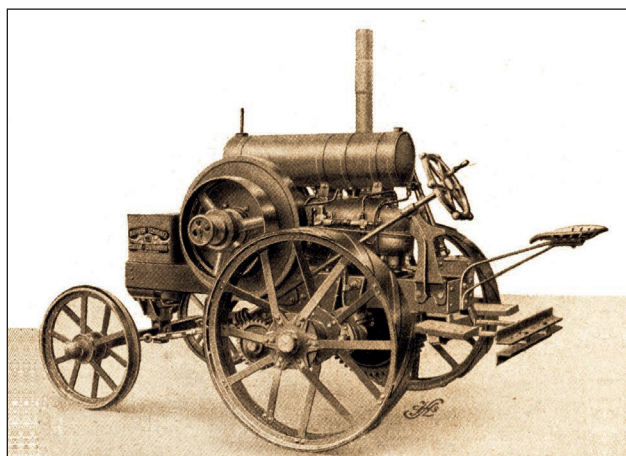
2. ábra. Katonai lőszerszállító kocsik 1916 [4]

Az alapvetően mezőgazdasági gépeket (aratógépeket, cséplőgépeket, gőzlokomobilokat, szántógépeket, útmozdonyokat stb.) gyártó vállalat fejlődése töretlen volt, és az angol lincolni Clayton cég – a Hofherr cég vetélytársa –, kedvezőtlen működése miatt 1912-ben európai telepeit eladta a Hofherr cégnek. Ekkor lett a cég neve Hofherr-Schranz-Clayton-Shuttleworth Magyar Gépgyári Művek Rt. (HSCS).

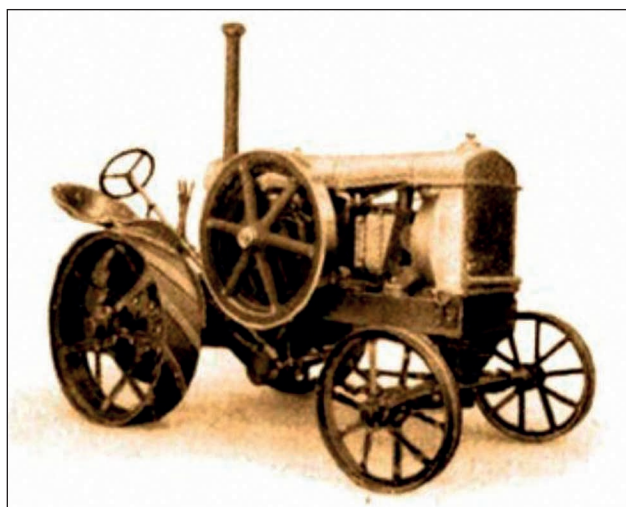
Az I. világháborúig a vállalat fejlődése lendületes és sikeres volt, de a háború kitörése a további fejlődést és a termékpaletta átalakítását megakadályozta. A hadsereg különböző igényeinek kielégítése, a hadianyag-ellátás biztosítása érdekében a gyárakat a profiljuknak megfelelően hadiipari termelésre állították át. A HSCS-t sem kerülte el a haditermelésre történő áttérés, és a gyártulajdonosok jó érdekekkel bekapcsolódtak a hadianyaggyártásba. A hadiipar igényének és megrendelésének megfelelően különféle szállítóeszközöket, felszereléseket gyártottak. Ilyenek voltak az ágyúmozdonyok, a lőszerszállító és betegszállító kocsik, a lakókocsik, szerkocsik, szekerek (országos jármű), a tüzérségi szánok, a teherszállításhoz használt hordnyergek, és a gépfegyverhordó hátlap. A gépfegyver- (géppuska-) szállító hordlappól 55 ezer darabot gyártottak le.

A gyár mindezekén túl fontos feladatot töltött be a tüzérségi lőszergyártás területén. Gránátokat, srappneleket gyártottak a 8-10-15 cm-es űrméretű ágyúkhöz, tarackokhoz. Az előállított mennyiség nem volt jelentéktelen, mert a felvett gyári adatok szerint a lőszerből összesen 1 324 859 darab készült. [4; 41. o.] Ilyen tüzérségi eszközök voltak (a teljesség igénye nélkül) pl. a 8 cm-es 1905M vontatott ágyú, a 10 cm-es 1914M vontatott tarack, a 10 cm-es¹ 1899M tábori tarack, az 1908M vontatott ágyú, a 15 cm-es 1880M vontatott ágyú és az 1914M vontatott tarack. (Néhány állam még ma is a cm mértékegységet használja.) A lőszergyártás bonyolult és rendkívüli pontosságot követelő gyártási folyamat. Ebből az említett srappnel lőszer – az első ólomgolyókkal töltött repeszgránátokat – Henry Shrapnel² angol tábornok javaslatának megfelelően készítették el. Ez a speciális gyűjtővel szerelt gyilkos gránát, a levegőben a becsapódás előtt felrobbanva nagy pusztításra volt képes az előerőben.

A gyár a mezőgazdasági gépek, eszközök, gőzlokomobilok gyártása mellett stabil és mobil belső égésű motorokat tervezett és készített. Ezek a motorok benzin-, petróleum- és fagázüzeműek voltak. A gőzgépek igen alacsony hatásfoka készítette arra a gyár mérnökeit, hogy aránylag igénytelen, olcsó és gazdaságos üzemű gépet alkossanak. A HSCS a megoldást a nyersolajjal üzemelő, egyhengeres, izzófejes motorral hajtott traktorban találta meg. Gyártása egyszerű volt, aránylag kevés alkatrészből állt, valamint karbantartása is könnyen megoldhatóknak tűnt. Az intenzív fejlesztés 1923-ban indult meg, és 1924-re elkészült az első petróleumhaj-



3. ábra. MEZ-15, a HSCS 15 lóerős nyersolajmotoros traktor 1924 [5]

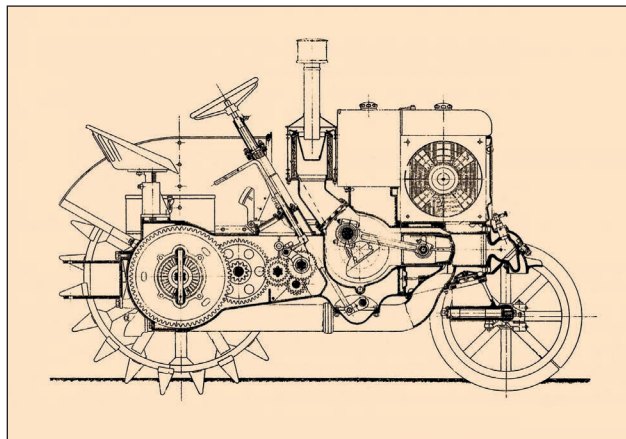


4. ábra. A 20 lóerős HSCS nyersolajtraktor első példány [5]

tású, 15 LE-s, MEZ-15 márkanévű (MEZ – mezőgazdasági) HSCS traktor. A MEZ-15, mint alapkoncepció a továbbiakban végigkísérte a traktorgyártást.

A MEZ-15 nyersolaj tüzelésű magánjáró (traktor) alapjaira készült el a HSCS-20 típusjelű, már alkalmazásra, használatra kész traktor 1925-ben. Az erőgép még láncmozgató kormányművel, 2 előre és 1 hátrameneti fokozatú se-

5. ábra. R 20-22 traktor hosszmetzeti rajza [8]





6. ábra. HSCS R-40 típusú mezőgazdasági traktor – a katonai vontatók alapgépe – a kispesti gyár udvarán. A gépjármű mellett Bankos Lajos szervizvezető áll [1]

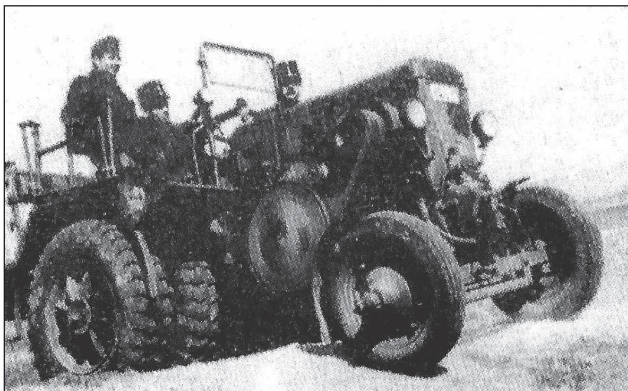
bességváltóval, átfolyó rendszerű, csöves, termoszifonos ventilátoros vízhűtővel készült.

Az R 20–22 traktor kialakítása, mint az 5. ábra metszeti képén látható, a traktort egész „életében” meghatározó módon jellemezte. A sikeres, kétütemű, izzófejes traktorok között az R–20-as, R–22-es, az R–35-ös, majd továbbfejlesztett változata, a G–35-ös traktor mindenütt megtalálható volt a magyar gazdaságokban. Az ez utóbbiból fejlesztett korszerűbb típus, a GS–35-ös már az általánosított gyárban készült.

A traktorok fejlesztése töretlenül haladt előre. Továbbfejlesztették a motort, megnövelték a hengerűrtartalmat, növelték a fordulatszámot és változtattak az égéster kialakításán is. Megváltoztatták az üzemanyag-befecskendezési rendszert, a kenési rendszert, valamint a hűtési rendszerbe vízszivattyút építettek be, amelyek összességében teljesítménynövekedést eredményeztek.

Mind ezek eredményeként megjelentek az R–40 típusjelzésű, 40 lóerős, közúti közlekedésre is alkalmas traktorok. A komfortot úgy növelték, hogy fülkét is építettek rá. A Magyar Királyi Honvédség nem rendelkezett elegendő mennyiségű és katonai célra alkalmas vontatóval, ezért 1937-ben a KV–40 (KV – katonai vontató) típusú vontatókat

7. ábra. KV–40-es vontatótraktor terepróban, dupla hátsó kerekkel [6; 206. o.]



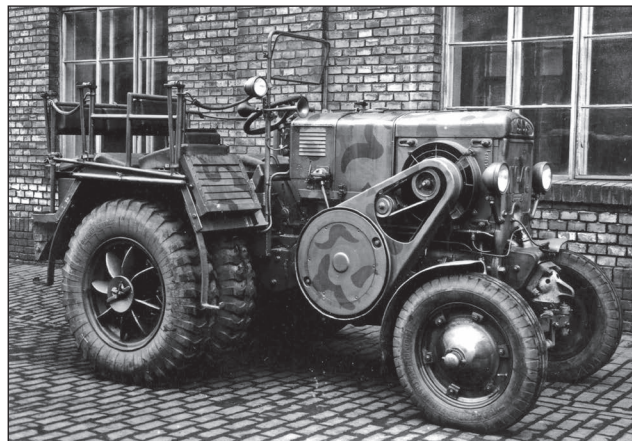
próbálták ki. A próbaüzem azonban nem hozott jó eredményt, mert lassúnak, hangosnak, nehezen indíthatónak és gyenge terepjáró képességűnek tartották. A tesztüzem tehát nem úgy sikerült, ahogy szeretnék volna, mert a traktort a honvédség szakértői nem tartották alkalmasnak katonai igénybevételre. Ebben a változatban legfeljebb a Bofors 29M 8 cm-es légvédelmi ágyúk, fűvelőkészülékek vagy fényszórók vontatására tartották alkalmasnak a szakvélemény szerint. Tömegeloszlása egyenetlen volt, ezért „farnehéz” felépítése miatt lejtőn ágaskodott, kormányozhatatlanná vált, amely 7 fő szállítása esetén még jobban jelentkezett. Magas súlypontja miatt könnyen felborult. Az ellenség által is messziről hallható kipufogóhangja miatt a magyar katonák „hazaárulónak” nevezték. A traktornak pozitív tulajdonságai között említhető könnyű kezelhetősége, megbízhatósága, és az a tény, hogy olcsó üzemanyaggal működött. Mindezek ellenére a kétütemű, egyhengeres,

nyersolajjal működő motorral szerelt traktor egyszerű szerkezetű, erőteljes és jól használható volt. Az igénybevételt jól bírta, könnyen lehetett javítani, pótalkatrész-ellátása még harctéri alkalmazás során is biztosított volt.

A terepen végrehajtott kísérletek után a katonai szakállomány javaslatot fogalmazott meg a gyártó felé a szükséges módosításokra. A Magyar Királyi Honvédség 1938-ban egyre rosszabb helyzetbe került a lövegvonatok területén, mivel az olasz licenc által, a Weiss Manfréd gyárban készült 28M Pavesi közepes tüzérségi vontatók elavultak, gyártásuk megszűnt, a jobb technikai adottságokkal rendelkező féllánctalpas 37M Hansa–Lloyd közepes tüzérségi vontatók szállítását pedig a német cég megszüntette. A HSCS gyár ekkor készítette el a KV–40-es katonai vontatótraktor prototípusát. (8. ábra)

A KV–40-es vontatók mellső hídját úgy módosították, hogy a merev tengelyt lengőkarokra cserélték, és tekercsrugókkal látták el. Kifejlesztettek egy IV–40 típusú ipari vontató típust is, amelynél a merev első híd rugózását keresztben elhelyezett félelliptikus laprugókkal oldották meg. A nehézkes indítás kiküszöbölése érdekében elektromos izzókúp-melegítést alakítottak ki, így rövidítve le az izzókúp

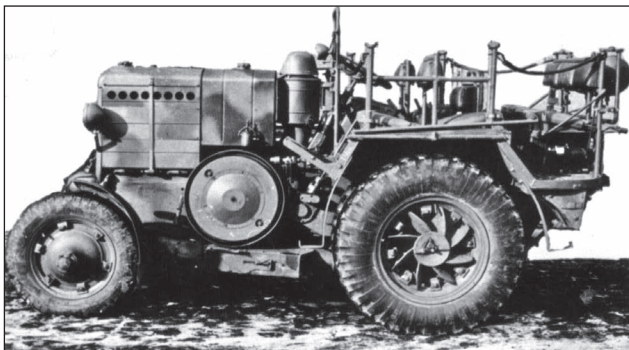
8. ábra. HSCS KV–40-es prototípusa 1938 [1]





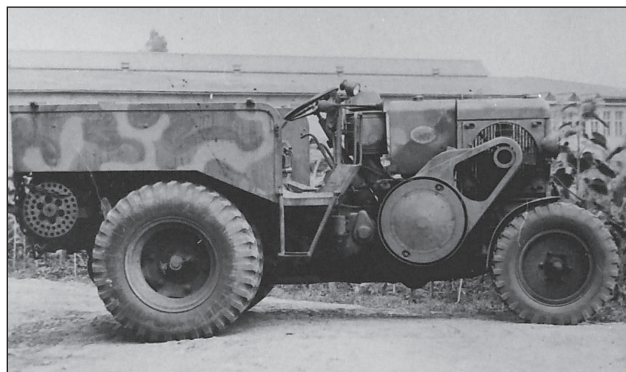
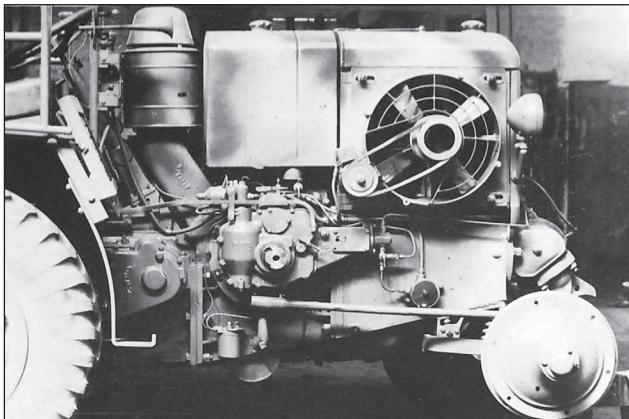
9. ábra. HSCS lövegvonatók oszlopmenete [1]

megfelelő hőmérsékletének elérését. A harctéri körülmények, a nagy hideg és a traktor állandó rázkódása az akkumulátorokat rövid idő alatt használhatatlanná tette. A traktor hatótávolságának fokozása érdekében megnövelték az üzemanyagtartály térfogatát, hogy az nehéz terepen legalább 250 km megtételéhez elegendő legyen. A kipufogócsövet a traktor alatt vezették hátra, és a teljesítmény növelése érdekében a hangtompító kiiktatásával (csökkent a fojtás) kb. 5 LE-vel nagyobb teljesítményt tudott a motor leadni. Megváltoztatták a sebességváltó áttételi fokozatait is – 6 előre, 2 hátramenet – a nagyobb sebesség elérése érdekében így 34 km/h végsebességet értek el. A Magyar Királyi Honvédség 1942-ig 473 darabot vásárolt a KV-40 típusú vonatóból. [3]



10. ábra. HSCS KV-50 típusú vonató katonai kiegészítő szerelvényekkel, a hátsó keréktárcsában tárolt kapaszkodókörmökkel [1]

11. ábra. A KV-40 és a KV-50 típusú vonatók azonos elrendezésű üzemanyag-befecskendező és kenőolaj-szivattyúja, leszerelt lendkeréknél [7; 56. o.]



12. ábra. A HSCS Super KV-50-es javított traktor. Csak a prototípus készült el [6; 207. o.]

A hátsó kerekre ható fékrendszert új, hidraulikus rendszerre cserélték, a kézifék mechanikus maradt. A terepjáró képesség növelése érdekében a hátsó keréktárcsába kapaszkodókörmököt helyeztek el. A hátsó tengelyre (kihajtásra) dupla kereket szereltek. A járművezetőn kívül a vezetőülés mögött 4 fő, a sárvédőkön kialakított üléseken pedig további 2 fő volt szállítható.

A sebességváltóház mellékhajtásáról csörlőberendezést hajtottak meg, amelynek sodronykötele a traktor aljára szerelt görgők segítségével előre vezethető volt, így ön- vonatásra is alkalmassá tették. Az időjárás viszonyaitól a katonákat a le- és felhajtható, csőkeretes ponyva védte meg.

A Magyar Királyi Honvédség a KV-40 módosított változatából, a 10 LE-vel erősebb és hatékonyabb fékekkel bíró KV-50-ből 159 darabot rendelt. A konstrukció alapvető hibái azonban megmaradtak, a rendelést ezért 60 gépjármű átadása után törölték. A tervezőosztalon már elkészült a továbbfejlesztett Super KV-50 kísérleti típus. Sorozatgyártásra 1944-ben már nem került sor. A teljesítményt 55 LE-re, a sebességet 36 km/h-ra növelték, a 4x2 kerékpéletű jármű hatótávolságát 320 km-re növelték. A traktor össztömege 4,5 tonna, hasznos tömege 0,7 tonna volt. Fékrendszerét a korszerű Knorr-típusú légfékrendszerre alakították át, amely 6 atmoszféra nyomással működött. A lég-tartály a vezetőülés bal oldalánál kapott helyet, a kompresszort a motor bal oldalán helyezték el.

A HSCS katonai vonatók továbbfejlesztett változata a Super típusú katonai vonató, az SKV-50-es volt, amely az alkalmazási tapasztalatokat figyelembe véve a hadsereg igényét kívánta kielégíteni. A hátsó részén szállítóteret alakítottak ki ülőpadokkal, így a vezetővel együtt 7 főt szállíthatott. A stabilitás fokozása érdekében a tengelytávolságot 300 mm-rel megnövelték, így a 2500 mm-es tengelytávolsággal a farnehézség növekedett, amelyet a mellső tengely ellensúlyozásával kívántak megoldani. Jelentős módosítás volt, hogy a felszerelhető kapaszkodók helyett, a feszítő-görgőre és a hátsó gumiabroncsokra egy pneumatikusan működtetett ún. láncosarat szereltek fel. Ez az eszköz a terepjárás fokozását volt hivatott elősegíteni nehéz terepviszonyok között. A felszerelés időigényes és nehézkes munka volt, és erre a harci cselekmények között nem is mindig volt lehetőség. Ez volt a féllánctalpas futómű megvalósítása ezen a traktoron.

A 13. ábrán látható féllánctalpas megoldás egy békeidejű polgári változat, ahol a gumikerék helyett egy fogazott kerék viszi át a forgatónyomatékot a láncra. A katonai változatnál a feszítőgörgő a nagy méretű meghajtókerék előtt helyezkedett el, amely pneumatikusan mozgatható volt.

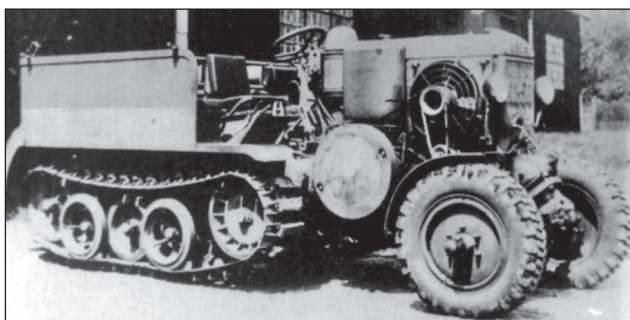


1. táblázat. A Hofherr katonai vontatók főbb műszaki-technikai adatai (A szerző szerkesztése a [3] alapján)

Típus	KV-40	KV-50
Teljes hosszúság [mm]	3850	3850
Teljes szélesség [mm]	2120	2120
Teljes magasság [mm]	1725	1725
Szabad hasmagasság [mm]	310	310
Gázlóképesség [mm]	700	700
Motor	1 hengeres, fekvő elrendezésű, kétütemű nyersolajmotor	1 hengeres, fekvő elrendezésű, kétütemű nyersolajmotor
Lökettérfogat [l]	10,4	11,7
Tartós teljesítmény (max. telj.)	45 LE (50 LE)	55 LE (60 LE)
Fordulatszám [f/min]	700	650
Hajtott kerekek száma [db]	2 (hátsó)	2 (hátsó)
Maximális sebesség [km/h] / fokozatok	34 (6 előre, 2 hátra)	36 (6 előre, 2 hátra)
Vonóerő [kg]	3000	3800
Fékberendezés	Hátsó kerékre ható hidraulikus fék	Hátsó kerékre ható légfék (Knorr-rendszerű)
Kézifék	Hátsó kerékre ható mechanikus	Hátsó kerékre ható, külön is fékezhető, mechanikus
Üzemanyagtartály-térfogat [l]	110	110
Üzemanyag-fogyasztás [l/km]	közúton	33/100
	terepen	45/100
Üres tömeg [kg]	4500	4570
Hasznos tömeg [kg]	700	630
Össztömeg [kg]	5200	5200
Kerékbroncs (elől / hátul)	6,00-20 / 11,25×24 iker	6,00-20 / 11,25×24 iker
Csörlővonóerő [kg]	3700	4000

13. ábra. A feszítőgörgős lánctalppal szerelt G-35 típusú traktor (Forrás: Foprtépan / Bauer Sándor / 128447)





14. ábra. A HSCS KL-50 típusú vontató prototípusa
(Forrás: Dr. Stieber József gyűjteményéből)

A Hofherr gyár azonban nem állt le a fejlesztésekkel, és feltehetően a német 37M Hansa-Lloyd 1.Zgkw.3t-H.L5 (német jelöléssel Sd.Kfz.11) féllánctalpas, közepes tűzér-ségi vontatója alapján megtervezték és elkészítették a HSCS KL-50 típusú vontatót. (14. ábra) A lánctagok járőfelületébe cserélhető öntvény vagy keményfa betéteket építettek be, ezzel biztosítva a műúton történő közlekedést. Az elektromos energiát a motor jobb oldalára szerelt Siemens-dinamó szolgáltatta. Az átlapolt rendszerben elhelyezett futógörgők gumi futófelülettel készültek. A lánctagok szerkezet és kerék, a jármű hátsó részén helyezkedett el. Meg kell jegyezni, hogy a vontató tervezése és minden alkatrésze a Hofherr gyárban, és kizárólag hazai alapanyagból készült.

Az újszerű megjelenés és korszerűsítés megvalósítása a prototípus elkészítéséig jutott el. 1944 őszén a hadművelet elérték Magyarországot is. Azt követően a Magyar Királyi Honvédség már nem adott megrendeléseket a HSCS KL-50-es vontató gyártására.

Meg kell említeni azonban, hogy a Hofherr gyár nemcsak a traktorok készítésében közreműködött, hanem 1939-től részt vett a Honvédelmi Minisztérium, az Ipari Minisztérium, a Rába, MÁVAG, a Weiss Manfréd, a Ganz, a Láng, tehát a legnagyobb hazai vállalatok alkotta munkaközösségben. A munkaközösség feladata volt a Rába 38M Botond, a Rába Maros tehergépkocsik a HSCS SKV-50-es löveg-vontató, továbbá a BMW motorkerékpárok gyártásának koordinálása. A megnevezett termékekből azonban csak a Rába Botond gyártása valósult meg, amelyben a Hofherr gyár, mint beszállító (öntvény, forgácsolt alkatrész) vett részt. A készterméket a Rába gyár készítette el.

A Hofherr gyár hadiüzemi tevékenysége köztudott volt. 1944-ben a gyár kapacitásának mintegy 85%-a a haditermelést szolgálta. A szovjet csapatok még Budán harcoltak, de a gyárat 1945. január 7-től már a szovjet hadsereg őrizte, és január 12-én újra berendezte az üzemét. 1945. január 13-án megjelentek az első munkások, de a harcok miatt, és a feltételek hiánya okán, körülbelül egy hónapig nem volt termelés. A változás azt jelentette, hogy a Hofherr gyár a 2. Ukrán Front (Второй Украинский фронт) parancsnoksága alá került, mint a 96192. számú harcokcsijavító üzem. A javító alakulat vezetésére (parancsnoknak) a szovjet körzeti katonai parancsnokság Viktor Kolomnyec mérnök őrnagyot, a műszaki vezetésre Genagyij Ponomarov mérnök ezredest, az energetikai szakterületre Iván Kuzenkov őrmestert, elektromérnököt neveztek ki. Létrehozták az üzemi bizottságot, és a gyári szakemberekkel megkezdték a termelést. A német csapatok a nyilas kormány aktív közreműködésével a kispesti gyárat szinte teljesen leszerelték, és a Nyugat-Dunántúlra szállították. Az épületek egy része a belövések, robbantások miatt jelentős kárt szenvedett, ezeket a munkavégzés érdekében helyre kellett állítani.

A szovjet katonai vezetés a hiányzó gépeket más magyarországi cégektől rekvirálta, és a gyárba szállított eszközökkel rövid időn belül pótolta, a sérült gépeket megjavíttatta, és üzembe állította. A termelés megfelelő biztosíthatósága érdekében a katonai vezetés folyamatosan kiegészítette a szerszámgepeket, amelyek a speciális munkák elvégzéséhez voltak szükségesek. Az optikai eszközök javítására a MOM-ból (Magyar Optikai Művek) vezényeltek szakembereket, és biztosították a fém alapanyagok réz, vas, alumínium, bronz és öntödei segédanyagok beszállítását.

A II. világháború 1945. május 9-i európai befejezését követően a Hofherr gyár hadi üzem jellege okafogyottá vált, a katonai parancsnokság megszűnt, és a gyárat visszaadták tulajdonosának, a Magyar Általános Hitelbank Rt.-nek. Mivel a vállalat az 1929-1933-as válság alatt csődbe ment, így az a hitelező tulajdonába került.

A nagy múltú kispesti gyár később Vörös Csillag Traktor-gyár néven működött, majd a 1973-ban a győri Rába Magyar Vagon- és Gépgyárhoz csatolták. Ezt követően annak leányvállalataként, majd pedig 1992-től a RÁBA Magyar Vagon és Gépgyár Rt. budapesti fióktelepeként működött.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Dr. Stieber József, *Fejezetek a Kispesti gép és traktorgyár gyártmányainak történetéből 1900–1973.* (Magánkiadás, 2013.);
- [2] Dr. Stieber József, „A Hofherr gyár nehéz és válságos időszakai 1900–1944 (1. rész).” *Mezőgazdasági Technika*, LIX., no.8. (2018), 36–38. http://technika.gmgi.hu/uploads/termek_1478/a_hofherr_gyar_nehez_es_valsgagos_idoszakai_1900_1944__1_resz_18_08.pdf (Letöltve: 2022.4.11.);
- [3] Dr. Stieber József, „A Hofherr katonai vontatók gyártásának története (1939–1944).” *Mezőgazdasági Technika*, LVII., no.2. (2016.), 36–38. http://technika.gmgi.hu/uploads/termek_921/a_hofherr_katonai_vontatok_gyartasanak_tortenete_1939_1944__16_02.pdf (Letöltve: 2022.4.11.);
- [4] Dr. Stieber József, „A Hofherr kisgépek, kézi eszközök választéka Kispestről az 1900–1949. közötti időszakban”. *Mezőgazdasági Technika*, no.4. (2012.), 41–43. http://technika.gmgi.hu/uploads/termek_309/a_hofherr_kisgepek_kezi_eszkozok_valaszteka_kispestrol_12_04.pdf (Letöltve: 2022.4.11.);
- [5] Dr. Stieber József, „HSCS traktorok a fejlesztés tükrében (1923–1948).” *Mezőgazdasági Technika*, no.11. (2012.), 42–45. http://technika.gmgi.hu/uploads/termek_148/hscs_traktorok_a_fejlesztes_tukreben_1923_1948_12_11.pdf (Letöltve: 2022.4.11.);
- [6] Bonhardt Attila, Sárhidai Gyula, Winkler László. *A Magyar Királyi Honvédség Fegyverzete.* (Budapest: Zrínyi Kiadó, 1992);
- [7] Schmidt László, „A Honvédség KV-40 típusú Hofherr vontatója” *Haditechnika* 45, no.6. (2011), 56–59.;
- [8] Forrás: <https://www.agrotrend.hu/webimages/files/2%20k%C3%A9p%20R%2020-22%20szerkezet.jpg> (Letöltve: 2022.4.11.).

JEGYZETEK

- 1 Az űrméretet vagy idegen szóval kalibert régen centiméterben, ma általában milliméterben adják meg.
- 2 Henry Shrapnel (1761. június 3., Bradford-on-Avon, Egyesült Királyság – 1842. március 13., Southampton, Egyesült Királyság) altábornagy, a brit hadsereg tisztje, a repeszhéj feltalálója.

CONTENTS

STUDIES

The artificial intelligence and the armed forces – Possible civilian applications, Part 5	2
Russia's A2/AD abilities, Part 2 The non-existing „bubble” and the strategy	8
Development trends of the 5. generation telecommunication networks, Part 2 UAV, UAS, RPA, drone, cruiser missile – Using of new technologies	14 19

INTERNATIONAL MILTECH REVIEW

The current situation of the armaments industry in Austria (Az osztrák hadiipar jelenlegi helyzete)	25
Continue of iMUGS PESCO programme in Brussels	31

SPACE ACTIVITIES

Space mining, Part 2	35
----------------------	----

DOMESTIC SURVEY

The armament of Gidrán armoured vehicle	39
Change of crash safety reliability depending on the age of the vehicle	45
Potential advantages in the operation of medical control centre	52
Unique Hungarian method in the radiology investigation	57

MILTECH HISTORY

The Brennan torpedo	63
The Hofherr company in the service of the army	70

INHALTVERZEICHNIS

STUDIEN

Künstliche Intelligenz und Kriegsmacht – Zivile Anwendungsmöglichkeiten, Teil V.	2
Russlands A2/AD-Fähigkeiten, Teil II. <i>Die nicht vorhandene „Blase“ und Strategie</i>	8
Entwicklungsrichtungen von Telekommunikationsnetzen der 5. Generation, Teil II.	14
UAV, UAS, RPA, Drohne, Roboterflugzeug – Anwendung neuer Technologien	19

INTERNATIONALE WEHRTECHNISCHE RUNDSCHAU

Die aktuelle Lage der österreichischen Rüstungsindustrie	25
Fortsetzung des iMUGS PESCO Programms in Brüssel	31

RAUMFAHRTTECHNIK

Abbau von Himmelskörpern, Teil II.	35
------------------------------------	----

HEIMATSCHAU

Bewaffung des gepanzerten Kampffahrzeugs „Gidrán”	39
Veränderung der Crashesicherheitszuverlässigkeit in Abhängigkeit vom Fahrzeugalter	45
Mögliche Vorteile des Betriebs einer Gesundheitsmanagementstelle	52
Eine einzigartige ungarische Methode in der radiologischen Spurensicherung	57

GESCHICHTE FÜR WEHRTECHNIK

Der Brennan-Torpedo	63
Der Hofherr-Werk im Dienste des Heeres	70

A címképünkön: A Gidrán harcjárműveken alkalmazott Aselsan stabilizált távirányított fegyverplatform 12,7 mm-es géppuskával felszerelve (Fotók: MH 5. Bocskay István Lövészdandár / Somogyi András főrm.; HM Zrínyi Nonprofit Kft. / honvedelem.hu / RácZ Tünde)

Borító 2: Fent: A rajszintű együttműködést szimuláló kistrónok „gyülekezési körlete” Lent: A löszerutánpótlással érkező, összerakékhajtású minidrónok egyike (Fotók: Ocskay István)

Borító 3: Fent: Egy MQ-8B Fire Scout pilóta nélküli légi jármű (Forrás: Wikimedia Commons / U.S. Navy / Kelly Schindler) Középen: Az amerikai légierő MQ-9 Reaper UAV-ja kiképzési küldetés közben (2008) (Forrás: Wikimedia Commons / U.S. Air Force / Paul Ridgeway)

Lent: A Brit királyi tüzérség 47. ezredének (47th Regiment Royal Artillery) Watchkeeper UAV-ja, repülésre készen az RAF Cipruson található Akrotiri bázisán. (Forrás: Wikimedia Commons / Ministry of Defence)

Poszter: A Leguan 2 lánctalpas hidvető jármű (Fotó: A KMW engedélyével)

(A típus főbb harcászati-műszaki adatait tartalmazó táblázatot a 7. 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 felhasználó irodalmak megjelölésével fogadjuk el. Ha a hivatkozott irodalmi forrás rendelkezik DOI azonosítóval, azt kérjük feltüntetni.

A hivatkozásokra vonatkozó szabály, hogy egyetlen olyan forrás se szerepeljen a felhasználó irodalom jegyzékében, amelyre a szerző a törzsszövegben nem hivatkozik. A szerzői jogra (copyright) vonatkozó jogok és kötelezettségek, továbbá a tiszteletdíj a kiadói szerződésben kerülnek szabályozásra. A cikkeket a haditechnika@hm.gov.hu 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 – Könyv- és térképbolt

Budapest II., Fillér u. 14.

Levélcíme: 1276 Budapest 22, Pf. 85

telefon: +3630-388-4034

e-mail: ugyfelszolgalat@hmzrinyi.hu

További információ: 06 80/444-444

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

A Haditechnika megvásárolható

Lira Könyvárúhá, 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



IRANYASEREG.HU

A MAGYAR HONVÉDSÉG KARRIEROLDALA

TARTOZZ KÖZÉNK ÉS
VÁLASZD A BÁTRAK ÚTJÁT!

