

A múlt, a jelen és a jövő fegyverei

HADITECHNIKA

2021/4

LV. évfolyam 4. szám

Ára 520 Ft

Currus Aries oltóbusz



Posztermelléklettel!



A MAGYAR HONVÉDSÉG MŰSZAKI-TUDOMÁNYOS ÉS ISMERETTERJESZTŐ FOLYÓIRATA

2021/4. szám.
LV. évfolyam

Tulajdonos:

Bozó Tibor vezérőrnagy
(MH TP parancsnok)

A szerkesztőbizottság elnöke:

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

A szerkesztőbizottság alelnöke:

Bárány Zoltán Gábor ezredes
(MH TP parancsnokhelyettes)

Főszerkesztő:

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

A szerkesztőbizottság tagjai:

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

Lektorai bizottság elnöke:

Dr. Keszthelyi Gyula ny. dandártábornok (MKLE)

Felelős szerkesztő:

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

Szerkesztő:

Rojkó Annamária tanácsos
(MH TP, MŰOSZ, TÚK)

Katonai szerkesztő:

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

Űrtechnika rovatvezető:

Dürr János Béla MSc (MH MI, TÚK)

Szerkesztőségi munkatársak:

Fi Károly Ferenc tanácsos munkatárs
Rózsáné Drahos Gabriella munkatárs
Szabó András munkatárs
(DOI, Facebook adminisztrátor)

Kiadja

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

Székhely: 1087 Budapest, Kerepesi út 29/B

Telephely: 1024 Budapest,

Szilágyi Erzsébet fasor 7-9.

Postacím: 1276 Budapest 22, Pf. 85

Telefon: 336-2030, Fax: 336-2035

FÓKUSZBAN

Dr. Óvári Gyula – Fehér Krisztina:
Repülőgépek elektromos
meghajtása – szükségszerűség
kompromisszumokkal V. rész 15



Dr. Kiss Álmós Péter – Dr. Kiss
Roland – Vecsey Mariann:
Az Oroszországi Föderáció
baltikumi A2/AD képességeinek
és a NATO válaszlépéseinek
elemzése I. rész 27



Dr. Both Előd: Holdautók és
marsjárók II. rész 37



Balog Péter: Az MH
Geoinformációs Támogatási
Doktrína felülvizsgálata az
újjonnan rendszeresített technikai
eszközök tükrében I. rész 55



TANULMÁNYOK

Dr. Németh András – Virágh
Krisztián: Virtuális valóság és
haderő – polgári alkalmazási
lehetőségek III. rész 2
Dr. Hennel Sándor – Kelecsényi
István: Az Aero Vodochody
cseh repülőgépgyártó vállalat
és repülőgépei I. rész 9
András Fülek: Twenty first
century development
in the Hungarian Defence
Forces: The KC-390 tactical
military transport aircraft 20

NEMZETKÖZI HADITECHNIKAI SZEMLE

Vincze Gyula: A HUSAR pilóta
nélküli felderítő- és célmegjelölő
rendszer 33

ŰRTECHNIKA

Horváth István: A gamma-
kítőrések irány szerinti
eloszlása 43

HAZAI TÜKÖR

Ocskay István – Vágner
Szabolcs: Gidrán – egy növelt
aknavédelemmel rendelkező
harcjármű megjelenése a
Magyar Honvédségben II. rész 47
Földi Zoltán: Újabb funkcióval
bővült a Currus Aries
többfunkciós autóbusz 61

HADITECHNIKA-TÖRTÉNET

Fülek András: A japán kard –
tűzből születő nemzeti
kincs I. rész 65
Dr. Hajdú Ferenc – Jásdi Balázs:
A 85 mm-es 1939M 52K 8,5/8,8
Flak 39(r) közepes légvédelmi
ágyú magyarországi
alkalmazása 72

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

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

A **Haditechnika** kéthavonként nyomtatásban megjelenő folyóirat.

A szerkesztőség postacíme:

Budapest, 1885 Pf.: 25. ■ Telefon: 224-8306 ■ haditechnika@hm.gov.hu.

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

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



27. ábra. Az amerikai futball gyakorlása VR segítségével [64]

Dr. Németh András* – Virágh Krisztián**

Virtuális valóság és haderő – polgári alkalmazási lehetőségek III. rész

Bár a virtuális valóság (VR – Virtual Reality) nem a 21. század találmánya, a technológia csak az elmúlt évtizedben érte el azt a fejlettségi szintet, ami megteremtette szélesebb körű elterjedésének technikai feltételeit. Az utca embere ma még csak többnyire filmekben, illetve VR-vidémparkokban, vagy szórakoztatóközpontokban találkozhat fejlettebb virtuális élményt kínáló megoldásokkal, ugyanakkor néhány százezer forintos befektetéssel már az otthonunkban is megtapasztalhatjuk a technológiában rejlő lehetőségeket. A katonai kiképzés területén a VR számos elemét használják már akár évtizedek óta, a komplex, magas valóságérzetet keltő megoldások integrációja mégis további, nagy dinamikával fejlődő lehetőséget kínál a hazai kiképzés rendszerének reformjára és folyamatos modernizálására. A sorozat korábbi részeiben a szerzők a VR történetét, fejlődését és az immerzitási élmény folyamatos fokozásához szükséges technológiai hátteret mutatták be.

ÚJ TÁVLATOK A VIRTUÁLIS TÉRBEN

A 20. században számos olyan korszakalkotó találmányt fejlesztettek ki katonai célokra, amelyek később fokozatosan jelentek meg különböző polgári alkalmazási területe-

ken is, majd ott is teljesedtek ki igazán. Ennek egyik leglátványosabb példája maga a világháló, az internet. Ezzel szemben a virtuális valóság, illetve kiterjesztett valóság (AR – Augmented Reality) fejlődése során már a kezdetektől fogva a civil alkalmazási lehetőségek domináltak, és csak később alakult ki egy párhuzamos, kifejezetten katonai célú irányvonal. Noha a VR ma még nem szerves része az emberek mindennapi életének, a technológiát már számos területen alkalmazzák különböző speciális részfeladatok végrehajtásának hatékonyságnövelése érdekében. A kifejezést meghallva valamilyen újkéletű, modern eszközre vagy programra gondolhatunk, amit a legtöbbször a szórakoztatóiparhoz, azon belül a számítógépes és konzoljátékok világához, esetleg a filmiparhoz társítanak. Ez a tény nem meglepő, hiszen a VR alkalmazási lehetőségei közül ezek a média által leggyakrabban említett területek. A VR azonban több annál, mint a játékiparban használatos hardver- és szoftvertechnológiák összessége, mára a felhasználás lehetőségeinek csak töredéke kapcsolódik ehhez a területhez. Az alkalmazás széleskörű terjedésével a VR új távlatokat nyitott például a számítógépes tervezés, az építéset, az orvoslás, az oktatás, a sport, a régészet, vagy éppen a műszaki képzés, üzemeltetés és karbantartás világában. A dróngyártáshoz hasonlóan, a gyorsuló technikai

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

** Tanszéki mérnök, NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Elektronikai Hadviselés Tanszék, ORCID: 0000-0003-4184-9492

fejlődés és piaci verseny következtében bővülő termékpaletát, és a folyamatosan megújuló megoldásoknak köszönhetően, a virtuális valóság is fokozatosan önálló iparággá válik. Ez a tendencia abba az irányba mutat, hogy a technológia hamarosan utat tör magának az élet csaknem minden területén. A fejlődés útjában nem állnak a pilóta nélküli légi jármű-rendszerek alkalmazását korlátozó – egyébként teljesen jogos, de sokszor vitatható mértékű – bürokratikus szabályozáshoz hasonló akadályok, miközben, többek között a ma már igazolható hatékonyságnövelő hatásnak köszönhetően, az igény rohamosan növekszik. Tanulmányunk jelen részében a teljesség igénye nélkül, különböző polgári területeken történő alkalmazási lehetőségeket mutatunk be, előre bocsátva, hogy ezek jelentős része a katonai tevékenységekkel összefüggő feladatok ellátása során is kínálhat hatékony alternatívát a hagyományos megoldásokkal szemben.

SZÓRAKOZTATÓIPAR

A VR-technológiát napjainkban ez a terület használja a legnagyobb mértékben, és ezen belül – az eszközök árának bekövetkező csökkenésnek köszönhetően – a játékipar tekinthető a húzóágazatnak. Ennek fő oka, hogy a fel-törekvő startup vállalkozások mellett több nagyvállalat, mint például a Google, a Microsoft, a Samsung vagy a Sony is gyárt és forgalmaz VR-termékeket, hardvereleme- ket. Elsősorban ezen cégek marketingtevékenysége miatt kapnak kiemelt figyelmet az újgenerációs, VR-környezetben is játszható játékok, amelyek lényege, hogy a játékos, kü- lönböző eszközök használatának segítségével, minél job- ban belemerüljön a virtuális világba. A VR-eszközök közül jelenleg a fejre helyezhető kijelzők (HMD – Head Mounted Display) rendelkeznek az egyik legnagyobb piaccal. 2016- ban, amikor a VR fokozatosan a figyelem középpontjába került, már több milliót adtak el csak HMD készülékekből, azonban mostanáig nem tapasztalhattunk kiemelkedően magas növekedést az eszközök eladásában. Ugyanakkor átrendeződés figyelhető meg a termékpaletában: míg kez- detben az okostelefonokhoz gyártott AR/VR HMD-k domi- náltak, mára a konzolos és számítógépes eszközök iránti kereslet erősödését tapasztalhatjuk. [48] A piaci folyama- tokat elemezve, mint ahogy az a 28. ábrán is megfigyelhe-



29. ábra. Virtuális modellezés az építészetben [53]

tő, a következő években a HMD-k értékesítésének dinami- kus növekedése prognosztizálható. [49]

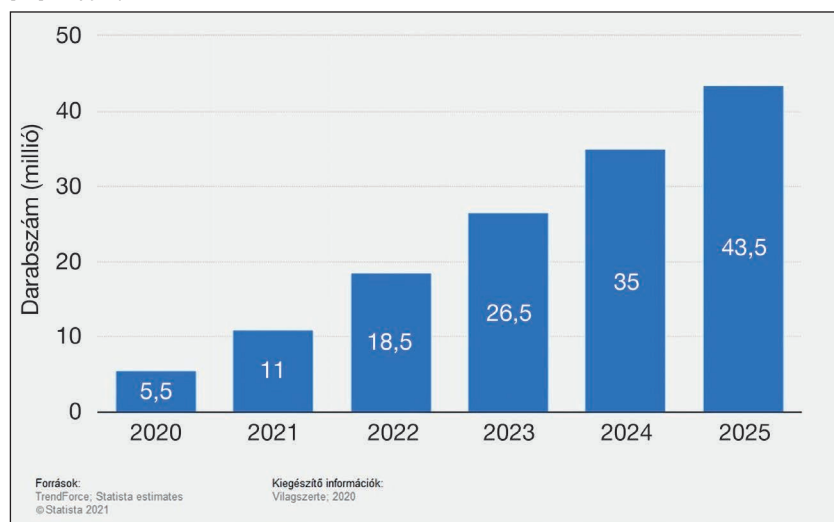
A technológiai fejlődés a jövőben jelentősen átalakíthatja majd mind a számítógépes játékok, mind pedig a filmipar piacát. Jelenleg még viszonylag kevés VR-ral támogatott számítógépes vagy konzolos játék érhető el, aminek oka, hogy a nagy technológiai vállalatok nem kívánnak addig nagyobb összeget befektetni a virtuális valóság hardve- lemeinek korszerűsítésébe, amíg a játékfejlesztő cégek nem gyártanak virtuális valóság tartalommal felruházott játékokat. Ebből a látszólagos patthelyzetből tört ki a Facebook az Oculus HMD-jének folyamatos fejlesztésével, amelynek köszönhetően mára a virtuális élmény immer- zivitása (valóságérzet) jelentősen javult. A sikerek hatására egyre több gyártó fektet be a VR-eszközök innovációjába, ezért az otthoni felhasználásra szánt eszközök piacán fo- kozódó versenyt figyelhetünk meg. A filmiparban még csak mostanában kezdték el forgatni az első VR-filmeket, ame- lyek a megszokottól teljesen eltérő, immerszív filmélményt adhatnak majd a nézőknek azáltal, hogy ők is az adott al- kotás „részletvevői” lehetnek. [51] Érdemes lesz követni az elkövetkezendő évek filmes eseményeit, mert a közeljövő- ben egyre több VR-film bemutatására kerül sor. Az új tech- nológiával készített alkotások már a filmszakma egy új korszakát jelzik.

ÉPÍTÉSZET

Az elmúlt évek professzionális, munka- eszközként történő felhasználási mód- jainak terjedését tekintve talán az építé- szet az egyik legdinamikusabban fejlő- dő ágazat, ahol már régóta használnak integrált virtuális modellezési platfor- mokat (29. ábra) különböző tervezési feladatokhoz. [52]

Ezenkívül egy újabb alkalmazás is egyre nagyobb teret hódít, amely nem az építő- és építészmérnökök tervező- munkáját segíti, hanem az ingatlanpiaci szereplőknek, közvetítőknek, marketing szakembereknek és üzleti partnereknek kínál szolgáltatásbővítési lehetőséget (30. ábra). Ennek lényege, hogy a mér- nökök által megtervezett épületek, vagy az eladásra kínált ingatlanok virtuális modelljeit az ügyfelek testközelből te- kinthetik meg, illetve járhatják be a VR- szemüvegek és -sisakok segítségével. Ennek egy egyszerűsített változata, amikor nem a virtuális modelleket,

28. ábra. AR és VR HMD készülékek várható értékesítése (a szerzők szerkesztése [50] alapján)





30. ábra. A VR szerepe az építészetben és a marketingben is növekszik [54]

hanem az ingatlanokban készített fényképsorozatok elemeit vetítik ki a megjelenítő eszközre a szemlélő fejének orientációjához igazítva, ezáltal keltve térbeli hatást, így a felhasználó egy virtuális séta keretében tekintheti meg az épületeket. Ennek a technikai megoldásnak a piaca az elmúlt évben kialakult járványügyi veszélyhelyzet hatására jelentősen fellendült, ugyanis e technológia biztosítja egy ingatlanba történő betekintés egyik leginformatívabb, személyes jelenlétet nem igénylő formáját az online térben.

ORVOSTUDOMÁNY

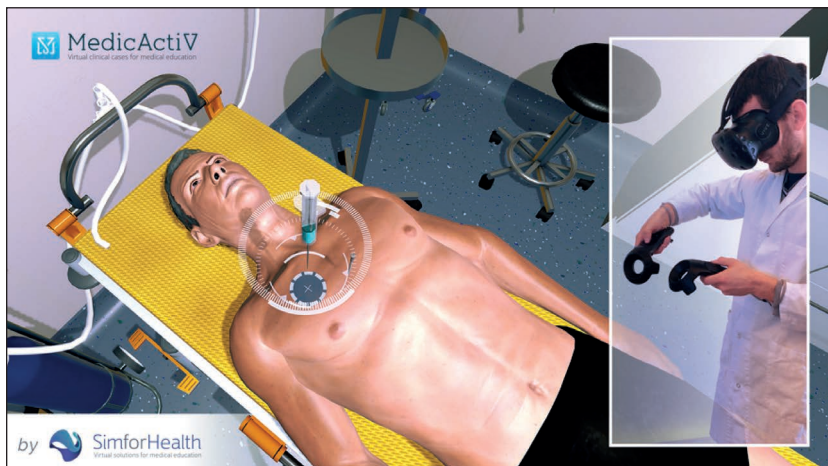
Ezen a területen rendkívül nagy potenciál mutatkozik az orvos- és szak személyzethiány korában, amelyet az emberi életek megóvása, valamint az egészségügyi, gyógyító szolgáltatások színvonalának emelése érdekében, a jövőben mindenképpen egyre szélesebb körben ki kell aknázni. Például a különböző műtétek megtervezéséhez az orvosok fejlettebb kórházakban, magánegészségügyi intézményekben már napjainkban is sok esetben vesznek igénybe 3D-s modellező programokat. Ezek használatának egyik előnye a plasztikai sebészet, hiszen ilyen megoldások segítségével a műtét várható eredményét előre lehet egyeztetni a pácienssel. Ugyanakkor az alkalmazások területén hatékony fejlesztési irányzat lenne az is, ha a műtétek megtervezésén túl az orvostanhallgatók, vagy kezdő orvosok a betegek virtuális modelljein, még a tényleges beavatkozás előtt elvégezhetnék a műtéteket, ezáltal csökkentve egy

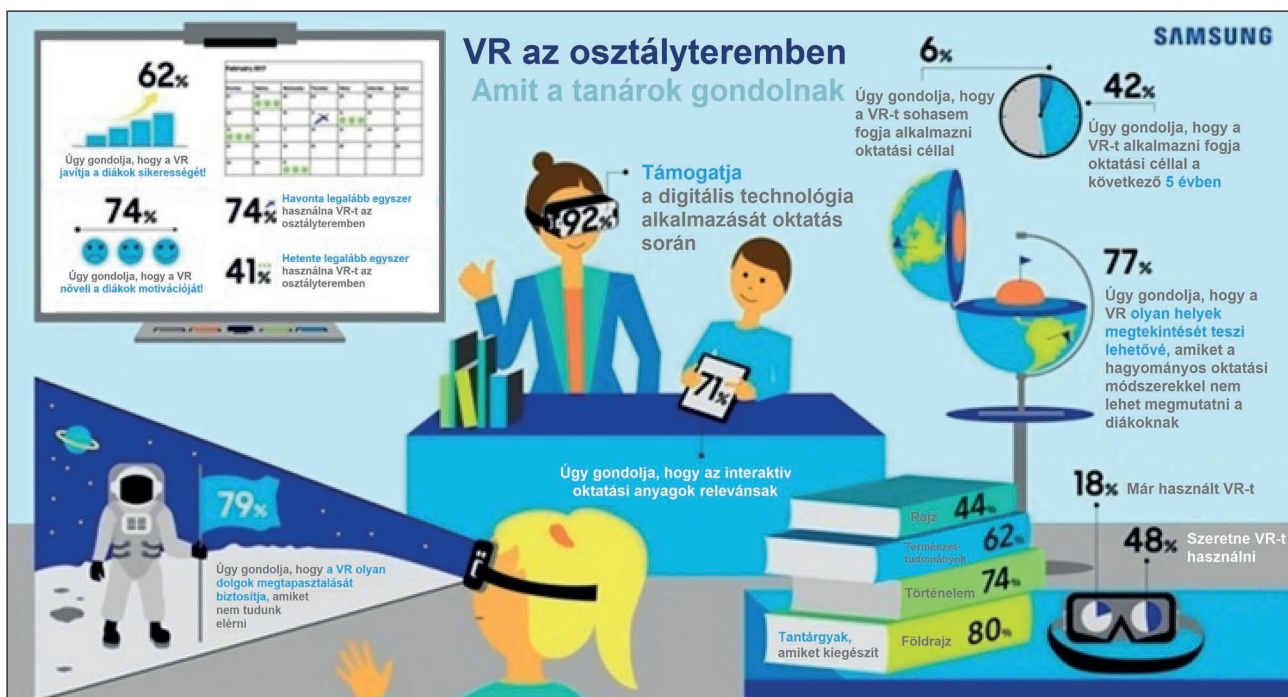
letve műtéteket is végrehajthatnak különböző fizikai adottságokkal rendelkező, eltérő egészségi állapotú, nemű és korú virtuális pácienseken. Ezenfelül természetesen csaknem minden orvosi szakterületen lehetséges a virtuális, vagy kiterjesztett valóság alapú megoldások gyógyítási rendszerbe történő integrálása. Ma már az ortopédiában, valamint a pszichológián belül, a különböző fóbiák gyógyításában is találkozhatunk ilyen példakkal. A jövőben ugyanakkor akár olyan komoly betegségek gyógyításához is hozzájárulhat majd ez a technológia, mint az autizmus, a memóriazavar, vagy egyéb mentális betegségek. [55] Izgalmas kutatási terület lehet még a különböző alkalmassági vizsgálatok során történő felhasználás lehetősége, amelyek egyes szegmenseit akár forradalmasítani is lehetne VR-eszközök használatával. Például a jogosítvány megszerzéséhez szükséges vizsgálatokat ki lehetne egészíteni virtuális szimulációs feladatokkal, amelyekkel ellenőrizhető, hogy rendelkezik-e a vizsgázó a megfelelő reflexekkel, döntéshozatali készségekkel.

OKTATÁS

„Általánosságban megfogalmazható, hogy a korszerű, szofisztikált rendszerek – mint például a szimulátorok – alkalmazása a modern oktatási felfogás és a haladó gondolkodás ismérvei kell, hogy legyenek minden szervezetnél. Meglátásom szerint az ilyen megoldások alkalmazása során az oktató (kiképző) a tradicionális, vagy konzervatív oktatási módszerekkel szemben, aktívan bevonja a hallgatókat a tudásátadás folyamatába. Erre egyre nagyobb igény jelentkezik, ugyanis a hálózatalapú társadalom kialakulása, a világ folyamatainak felgyorsulása miatt a hagyományos nevelési-oktatási eljárások már nem elegendőek a diákok figyelmének a lekötéséhez, és ezáltal a tananyag megfelelő szinten történő átadásához. Ezért van szükség egyre komplexebb ingereket generáló módszerre...” [57] A fenti követelménynek a virtuálisvalóság-rendszerek is megfelelhetnek logikusan felépített és igényesen kidolgozott tartalmak, oktatóanyag felhasználása esetén. Képzeljünk el egy olyan történelemórát, ahol a diákok a nándorfehérvári diadalt, a középkori életmódot, vagy éppen Napóleon waterlooi csatáját nemcsak a tanár

31. ábra. VR-eszközök alkalmazása az orvoslásban [56]





32. ábra. A német Kantar EMNID közvélemény-kutató cég tanárok körében végzett kutatási eredményeit bemutató infografika (a [62] alapján a szerzők szerkesztése)

szavaiból ismerik meg, hanem ténylegesen ott érezhetik magukat az adott korban és helyszínen. A matematikaórák is élvezhetőbbé tehetők, hiszen a VR segíthet jobban megérteni például a térgometriai feladatokat, vagy éppen a vektorterek tárgykörét. Általánosságban elmondható, hogy minden oktatási szinten és az összes tantárgy esetén felhasználható ez a technológia a tudásátadás hatásfokának növelésére. A VR-rendszerek biztosítják a legkézenfekvőbb megoldást az élményalapú oktatás és a kreatív tanulási módszerek [58] széles körű elterjesztésére.

Célszerű külön kiemelni a távoktatás területét. Az elméleti tananyagok elsajátításához nem kell feltétlenül jelenléti formában személyes kontaktust fenntartani a tanár és diák között (bár ez jelentősen növeli az oktatási tevékenység hatásfokát), léteznek azonban olyan gyakorlati ismeretek, amelyek esetén ez ma még elengedhetetlen (például laboratóriumi mérések, üzemeltetési gyakorlatok, kísérletek). A VR-technológiának köszönhetően virtuális osztálytermekben vehetünk részt a tanórákon, és mivel ma már a virtuális objektumokkal is egyre táguló keretek között léphetünk interakcióba, így egyes gyakorlati foglalkozások megtartására is lehetőség nyílik. A különböző online kurzusok is gyakorlatorientáltabbak lehetnek, így akár fel is értékelődhetnek az ilyen formában szerzett képesítések. Természetesen a valós eszközökkel végrehajtott gyakorlati foglalkozások és laborgyakorlatok az új technológia mellett sem nélkülözhetők, arányuk, és ezáltal költségük ugyanakkor a teljes képzési időre vonatkoztatva jelentősen csökkenthető.

További jelentős fejlődés érhető el az oktatási rendszer egészét tekintve, ha az új technológia által kínált lehetőségeket egy olyan alternatív oktatási stratégiába illesztjük be, amely a jelenleginél lényegesen nagyobb hangsúlyt fektet a diákok egyéni képességeinek fejlesztésére. A differenciált oktatás nagyságrendekkel hatékonyabb, ugyanakkor lényegesen erőforrásigényesebb pedagógiai módszer, mint a „porosz” oktatási rendszer, amely a mai napig meghatározza a magyar közoktatást, és amelynek központi eleme az uniformizált, frontális ismeretátadás. [59] Nem-

csak társadalmi igény, de az ország versenyképessége szempontjából is fontos szükséglet az idejétmúlt oktatási módszerek háttérbe szorítása, amelyre történelmi lehetőséget a tavalyi évben – éppen a járvány okozta veszélyhelyzet miatt – bevezetett számos korlátozás, és a digitális oktatásra történő kényszerű áttérés kínálta. A gyakorlatban történő megvalósításhoz ugyanakkor ennél lényegesen nagyobb léptékben kell gondolkodni, hiszen egy valódi reformhoz egyrészt az oktatási infrastruktúra minden elemének egységes szempontrendszer szerinti korszerűsítésére, másrészt a pedagógushíány jelentős mérséklésére van szükség, és csak ezután lehet rendszer szinten áttérni a lényegesen hatékonyabb módszerek alkalmazására. Mind a három területen előrelépést, részleges, vagy akár teljes megoldást is jelenthet a VR-technológia oktatásba történő minél szélesebb körű bevonása. Érdemes kiemelt figyelmet fordítani a VR nyújtotta lehetőségek és a tanárihány kapcsolatára. Napjainkra a tanári hivatás presztízse jelentősen megkopott, így a fiatalok körében a legkevésbé népszerű karrierutak közé tartozik. A társadalmi és anyagi megbecsülés hiánya miatt már az elmúlt évtizedben sem volt biztosított az az egészséges körforgás, amelynek keretében a nyugdíjba vonuló tanárok helyét fokozatosan fiatal pedagógusok veszik át. [60] Ez az anomália természetesen visszahat, és fékezi a korszerű oktatási módszerek bevezetését is, ami viszont tovább csökkenti a tanári pálya vonzerejét. Ebből az örögi körből a VR-technológiára épülő mesterséges intelligencia (AI – Artificial Intelligence) alapú oktatási platformok jelenthetnek kiutat a jövőben, amelyek egyre növekvő számú feladatot lesznek képesek átvenni a tanároktól. [61] A tanár személyének háttérbe szorítása természetesen sem módszertanilag, sem pedig emberileg nem jelent ideális állapotot, hiszen sokszor egy adott témakört vagy tantárgyat az oktató személye tesz vonzóvá, élvezhetővé a diákok számára, ugyanakkor a jelenlegi tendencia szerint kénytelenek leszünk alternatív módszert kifejleszteni az oktatási rendszer működőképességének fenntartása érdekében.



A VR-rendszerek alkalmazását szakmai szempontból maguk a tanárok is támogatják. A német Kantar EMNID cég által végzett közvélemény-kutatás keretében 606 tanárt véleményét kérdezték meg. Válaszaik eredményeit a 32. ábrán látható infografika foglalja össze. Ebből egyértelműen leolvasható, hogy a megkérdezettek nagy többsége (több mint 90%-a) támogatja a VR-al kiegészített oktatási módszerek bevezetését, így az ezt célzó befektetések indokoltnak látszanak. [62]

SPORT

Ma még csupán szűk körben ismert tény, hogy a VR-t már a sportban is alkalmazzák. A valós sportoló mozgását a virtuális térben lemodellezve és elemezve a szakemberek képesek meghatározni azokat a paramétereket, tényezőket, amelyeket változtatva lehetővé válik a versenyzők teljesítményének fokozása. Az élsportban akár már a legapróbb mozzanat, illetve azon végrehajtott változtatás is befolyással lehet egy verseny, világbajnokság vagy olimpiai döntő kimenetelére. Mivel a virtuális térben bármilyen szögből meg lehet figyelni a mozgást, így a legapróbb hibákra is fény derülhet. A sérüléseket is el lehet kerülni a felkészülés során olyan sportágak esetében, ahol nagy esély van az ellenféllel történő fizikai kontaktusra, ugyanis a virtuális ellenfelekkel való esetleges összeütközések nem járnak sérüléssel. Amennyiben megfelelő anyagi forrás áll rendelkezésre a VR-rendszerek széles körű alkalmazási feltételeinek megteremtésére, olyan problémák is kiküszöbölhetők, mint az edzők vagy a sportlétesítmények hiánya, mert az edzésszimulátorok tartalmazhatnak beépített edzésprogramokat és képesek akár egy üres szobát sportpályaként megjeleníteni. [63] A VR-al folytatott edzések azonban mostanáig még nem mindenhol váltották be a hozzájuk fűzött reményeket, amelynek alapvető oka a rendszerek kiforratlansága. Ugyanakkor az eddigi tapasztalatok azt mutatják, hogy még hatalmas potenciál rejlik az ilyen típusú megoldások alkalmazásában. [64] (27. ábra.)

KULTÚRA, HAGYOMÁNYÖRZÉS, RÉGÉSZET

Társadalmaink ismert, illetve mindmáig feltáratlan történelmi és kulturális örökségét alapvetően az idő múlása, azaz a környezeti, civilizációs és szellemi eróziós folyamatok veszélyeztetik a legnagyobb mértékben. A mindennapi élet felgyorsulása, az emberi tevékenységek hatásai súlyos nyomokat hagynak bolygónk természeti és kulturális ökoszisztémájában. A légszennyezés, a háborúk, vagy akár az elsőre ártalmatlannak tűnő turizmus csak egy-egy kiragadott példa a potenciális veszélyforrások közül. A vizsgálatokat a társadalmi és gazdasági változásokra is kiterjesztve, az évtizedek óta zajló tendenciákat szemlélve nem alaptalan a félelem, hogy az idő múlásával történelmi és kulturális örökségünk még fellelhető építészeti, tárgyi emlékeinek egyre nagyobb része válik az enyészet áldozatává. Bár ezekre a problémákra nem kínál igazi megoldást a VR-technológia, de a különböző korszerű technikai eszközök segítségével technikailag megvalósítható a még fellelhető örökségünk digitális formában történő archiválása, illetve a már elpusztult építészeti és tárgyi emlékek digitális rekonstrukciója. Így a virtuális térben lehetőség nyílik az utókor számára történő megőrzésre, valamint multimédiás tartalmak, 3D-s modellek és animációk segítségével történő bemutatásra. [65] A meglévő tárgyak, épületek, romok digitalizálását többféleképpen is végre lehet hajtani. Egyik



33. ábra. Egy ásatási terület virtuális modellje [70]

megoldás, hogy különböző szögekből fotósorozatokat készítsünk, amelyeken a vizsgált objektum legapróbb részletei is redundáns módon fellelhetők. Ezeket a felvételeket különböző célszoftverek segítségével feldolgozva, előállítható egy textúrázott 3D-s modell, amely a későbbiekben szabadon felhasználható, manipulálható, vagy akár animálható is. A másik megoldás elve hasonló, csak a képrögzítés folyamata és a modellalkotás is automatizáltan megy végbe különböző elektromágneses hullámhossztartományokban. A 3D-s szkennelési eljárások lényegesen nagyobb pontosságot és akár professzionális (ipari) felhasználást is lehetővé tesznek. Az elkészült digitális modellek a számítástechnika és informatika segítségével felhasználhatók az oktatásban, a kutatásban, illetve bemutathatóvá tehetők múzeumokban, vagy akár reprodukálhatók térbeli, kézzel fogható eszközként 3D-s nyomtatási technikák [66] felhasználásával. A digitális modellek testközelben történő, élményszerű bemutatásának, megjelenítésének egyik legkorszerűbb megoldását a VR/AR-technológiák alkalmazása jelenti.

Ugyanakkor a VR a kultúra- és hagyományörzés területén felül ma már régészeti feltárások során is kínál professzionális megoldásokat. A digitális archiválás, a feltárt helyszínek virtualizációját és vizualizációját, illetve a leletek 3D-s modelljének előállítását a korábbiakban bemutatott módon lehet elvégezni. Ugyanakkor a nagyobb kiterjedésű ásatási területek digitalizálása esetén komoly segítséget nyújthatnak a levegőből, ma már drónok segítségével nagy tömegben készíthető, jó minőségű légi felvételek. [67] [68] A korszerű technológiának köszönhetően a feltárás digitális archiválását a munkálatok különböző fázisaiban is egyszerűen el lehet végezni, ami jelentős többletinformációt hordozhat akár az eredmények későbbi értékelése vagy új kutatási irányok kijelölése szempontjából, akár a szakmai képzések során. A leletek sok esetben hiányosak, sérültek, megrongálódtak, ilyen esetekben a 3D-s modellező programok segítségével manipulálva a feltárás során előkerült lelet állapotáról szkenneléssel ké-

34. ábra. 3D-s modellezés a régészetben [71]



szült modellt, elvégezhető a tárgy digitális rekonstrukciója, azaz megjeleníthetővé válik az eredeti állapot. [69] Ezen alkalmazási lehetőségeket mutatja be QR-kódok beolvasásával megtekinthetővé váló két videó. A 33. ábrán egy ásatási területről „DJI Phantom 4” drónnal készített felvételekből előállított virtuális modell látható, míg a 34. ábra a 3D-s modellalkotás és a régészet kapcsolatát mutatja be egy példán keresztül.

MŰSZAKI KÉPZÉS, ÜZEMELTETÉS, KARBANTARTÁS, ELLENŐRZÉS

A különböző műszaki berendezések, járművek, rendszerek megbízható és biztonságos üzemeltetéséhez elengedhetetlen az állapot és a működőképesség meghatározott időközönként történő, szakemberek által végzett ellenőrzése. Ezen munkafolyamatokat a virtuális, illetve kiterjesztett valóság alapú eszközök és megoldások egyrészt hatékonyan képesek támogatni, másrészt az új szakemberek képzésének, betanításának folyamatát is képesek jelentősen csökkenteni. Ugyanakkor a műszaki képzési terület minden szintjén (szakmunkás, technikus, mérnök) komoly támogatást nyújthatnak a különböző VR- és AR-szoftverek, amelyek segítségével virtuális 3D-s modelleken, animációkon betanulható a rendszerek felépítése, működése, illetve begyakorolhatóvá válnak a különböző feladatok, többek között az ellenőrzés és a karbantartás folyamatának egyes lépései. Az AR-vizualizáció előnye a VR-ral szemben, hogy az AR a valós környezetben jelenít meg virtuális objektumokat, nem korlátozva érdemben a felhasználó kilátását, így a valós feladatok végrehajtása során is használhatóvá válik. Egy AR-hardver segítségével a valós objektumok a virtuális objektumokkal akár össze is kapcsolhatók, ami jelentősen kiszélesíti az alkalmazás lehetőségeit. [72]



35. ábra. Műszaki képzés a virtuális valóságban [73]

ÖSSZEGZÉS

Bár az ilyen rendszerek és módszerek alkalmazása még gyermekcipőben jár, már számos területen rendelkezünk tapasztalattal [74], amelyek kivétel nélkül a hatékonyság, eredményesség javulását támasztják alá. Ezek közül a teljesség igénye nélkül néhány példát mutatunk be, amelyek alapján érzékelhetővé válik, miben is rejlik a VR/AR-rendszerek valódi jelentősége:

- Azok a sebészek, akiket VR segítségével készítettek fel egy műtetre, 29%-kal gyorsabban és 16,6%-kal kevesebb hibával végezték el az operációt, mint akik a hagyományos módszerrel készültek fel. [75]
- Azok a katonák, akiket egy VR-kiképzőrendszer szimulációin keresztül készítettek fel, 2,7-szer sikeresebbek voltak társaiknál. [76]

- Azok az emberek, akik a virtuális valóságban tapasztaltak meg eseményeket, 9%-kal pontosabban és 41%-kal kevesebb hibával tudtak felidézni részleteket, mint azok, akik csak a számítógép monitorján keresztül követték a látottakat. [77]

A VR/AR polgári alkalmazási lehetőségei tehát rendkívül kiterjedtek. Tanulmányunkban sorra vettük a legjellemzőbb területeket, amelyek természetesen csupán töredékét tesszik ki a jelenlegi és jövőbeni felhasználási lehetőségeknek. A technológia fejlődésével és a piaci verseny erősödésével az ilyen megoldások egyre gyorsuló terjedése prognosztizálható, ami egyrészt elősegíti egy-egy konkrét területen alkalmazott rendszer hatékonyságának fokozását, másrészt tovább gyorsítja a technológia fejlődési ütemét. Az irány, ami felé haladunk, a virtuális és a valós világ közötti határvonalak fokozatos elmosódása mind az érzékelés, mind pedig a tevékenységek területén. Az immerzivitás-élmény fokozódásával a felhasználó a jövőben egyre több szálal fog kötődni a virtuális térhez, különösen akkor, ha ott számos olyan dolgot is meg tapasztalhat, illetve kipróbálhat, amit a valóságban esetleg soha. Ez azonban nagyon komoly (egészségügyi, biztonsági stb.) kockázatokat is rejt magában, különös tekintettel a szabaddíós célú alkalmazások esetén. Ezért is fontos, hogy a technikai dimenziók vizsgálata mellett egyre nagyobb hangsúlyt fektessünk a VR/AR terjedésének társadalmi hatásaira is. A technológia véleményünk szerint egy évtizeden belül a legtöbb szakterületen megkerülhetetlen, sőt kulcsfontosságú tényezővé válik, az orvostudomány, a műszaki tervezés, az üzemeltetés, a karbantartás, az oktatás, a képzés és a kiképzés területén egyaránt, ezért kutatása nemcsak indokolt, hanem időszerű, stratégiai jelentőségű kérdés.

A tanulmány záró részében a VR/AR katonai alkalmazási lehetőségeit mutatjuk be, amellyel nem titkolt célunk, hogy új megvilágításba helyezzük a katonai felkészítés, képzés és kiképzés aktuális kérdéseit is.

(Folytatjuk)

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [48] George Jijiashvili, „6.4 million consumer VR headsets will be sold in 2020, with content spending surpassing \$1bn mark, Omdia's new research shows.” Gamasutra, 2020.11.30. https://www.gamasutra.com/blogs/GeorgeJijiashvili/20201130/374385/64_million_consumer_VR_headsets_will_be_sold_in_2020_with_content_spending_surpassing_1bn_mark_Omdia_new_research_shows.php (Letöltve: 2021.2.2.);
- [49] Iberdrola, „Virtual Reality: another world within sight.” <https://www.iberdrola.com/innovation/virtual-reality> (Letöltve: 2021.2.2.);
- [50] Statista, „Augmented and virtual reality (AR/VR) headset shipments worldwide from 2020 to 2025,” <https://www.statista.com/statistics/653390/worldwide-virtual-and-augmented-reality-headset-shipments> (Letöltve: 2021.2.2.);
- [51] Tim Dams, „2020 In Review: Virtual Reality Gets Real.” 2020.12.10. <https://www.abc.org/trends/2020-in-review-virtual-reality-gets-real/7106.article> (Letöltve: 2021.2.2.);
- [52] „Virtual Reality Uses in Architecture and Design.”, 2017.1.17. <https://medium.com/studiotmd/virtual-reality-uses-in-architecture-and-design-c5d54b7c1e89> (Letöltve: 2021.1.16.);



- [53] Christine Hart, „VR for Architecture: From Virtual Design to Real PR,” Medium, 2018.2.26. <https://medium.com/stambolstudios/vr-for-architecture-from-virtual-design-to-real-pr-66740da694e0> (Letöltve: 2020.7.13.);
- [54] Kim O’Connell, „4 Tips to Get Started With Virtual Reality in Architecture,” Redshift, 2016.11.16. <https://www.autodesk.com/redshift/virtual-reality-in-architecture> (Letöltve: 2020.7.13.). QR-kód: „Bejárhatsz egy házat otthonról? Igen, ez is lehetséges a 3D Virtuális Ingatlansétával!” https://webseta.hu/virtualis-seta/ingatlan/kiado/lakas/budapest/budapest-terez-korut-8-r1611222/szoba_12/ (Letöltve: 2020.7.16.);
- [55] Haruka Motomatsu. „Virtual Reality in the Medical Field.” *UC Merced Undergraduate Research Journal* 7, no. 1 (2014): 207–217, <https://escholarship.org/uc/item/0bs5p31h> (Letöltve: 2021.2.2.);
- [56] „Queen’s University Launches Canada’s First VR Medical Training Centre,” Queens University, 2018.10.09. <https://healthsci.queensu.ca/node/3844> (Letöltve: 2020.7.13.);
- [57] Virágh Krisztián, *Harcszimulátorok integrálásának lehetőségei a hazai katonai kiképzés rendszerébe* (Szakdolgozat, Nemzeti Közsolgálati Egyetem, 2020): 11. p.;
- [58] Szabó András, Németh András, „A katonai műszaki képzés rendszerének kihívásai és lehetséges fejlesztési irányai”, *Hadtudományi Szemle* XII. különszám (2019) pp. 261–288., <https://doi.org/10.32563/hsz.2019.1.ksz.19>;
- [59] Joseph Psotka, „Immersive training systems - Virtual reality and education and training.” *Instructional Science* 23 (1995 november): 405–431, <https://doi.org/10.1007/BF00896880>;
- [60] Fóti Péter, „Poroszok-e a mai magyar iskolarendszer?” 2009. <http://www.foti-peter.hu/porosz.html> (Letöltve: 2021.1.16.);
- [61] Bokros Judit, Nagy Zoltán Péter. „Kevés a pedagógus, a probléma sokrétű, az egyik ok a nyugdíjba vonulás.” FEOL, 2017. 10. 0.5. <https://www.feol.hu/kozelet/helyi-kozelet/iskola-pedagogusok-szakma-2111289/> (Letöltve: 2021.1.16.);
- [62] „Survey Shows that Teachers See Potential for Virtual Reality in Education.” Samsung, 2017.2.17. <https://news.samsung.com/global/survey-shows-that-teachers-see-potential-for-virtual-reality-in-education> (Letöltve: 2021.1.16.);
- [63] Hua-ping Yao, Yu-zhong Liu, Chang-song Han. „Application Expectation of Virtual Reality in Basketball Teaching.” *Procedia Engineering* 29 (February 2012): 4287–4291, <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.01.659> (Letöltve: 2021.1.16.);
- [64] Adi Robertson. „VR football didn’t actually help me learn football, but it’s still a lot of fun.” The Verge, 2017.2.04. <https://www.theverge.com/2017/2/4/14503082/vr-sports-challenge-football-super-bowl> (Letöltve: 2021.1.16.);
- [65] András Németh, András Szabó, Ferenc Balog. „3D Virtualisation and Visualisation Technologies for Archiving the Results.” In: Gábor, Hausner; András, Németh (szerk.) *Zrínyi-Újvár: A Seventeenth-Century Border Defence System on the Edge of the Ottoman Empire*, Budapest: Ludovika Egyetemi Kiadó, (2020) pp. 225–268.;
- [66] Gál Bence, Németh András. „Additív gyártástechnológiák katonai alkalmazásának vizsgálata, különös tekintettel a katonai elektronika területére.” *Hadmérnök* 2019/1 pp. 231–249. http://hadmernok.hu/191_19_gal.pdf (Letöltve: 2021.1.16.);
- [67] Németh András. „Technical Dimensions of the Development of Unmanned Aerial Systems and Their Impact on Public Service Uses”. *AARMS* 2018/3. pp. 149–163.;
- [68] Németh András, Pápics Patrik. „Mini UAV-rajok alkalmazásának lehetőségei, különös tekintettel a katonai célú igénybevételre II. rész”, *Haditechnika* 53, 6. sz. (2019): 15–19. <https://doi.org/10.23713/HT.53.6.01>;
- [69] Víctor Manuel López-Menchero Bendicho, Mariano Flores Gutiérrez, Matthew L. Vincent, Alfredo Grande León. „Digital Heritage and Virtual Archaeology: An Approach Through the Framework of International Recommendations.” In *Mixed Reality and Gamification for Cultural Heritage*, edited by Marinos Ioannides, Nadia Magnenat-Thalmann, George Papagiannakis, 3–26. Cham: Springer, 2017. https://doi.org/10.1007/978-3-319-49607-8_1;
- [70] „Using Drones for 3D site Modeling 3D Model of Archaeological Site, created with DJI Phantom 4 Drone,” <https://www.youtube.com/watch?v=TK2PWxALkVg> (Letöltve: 2020.9.25.);
- [71] Sabrina Sholts, „3D modeling of archaeological objects: Advantages, limitations, and applications,” *ArchéOrient*, 2018.3.29. <https://archeorient.hypotheses.org/6720> (Letöltve: 2020.9.25.). QR-kód: „3D models and archaeology.” 2019. https://www.youtube.com/watch?v=dwr9e74S_J4 (Letöltve: 2020.9.25.);
- [72] Augmentor, „Understanding Augmented and Virtual Reality for Maintenance and Repair.” 2020.06.09. <https://goaugmentor.com/understanding-ar-and-vr-technology/> (Letöltve: 2020. 7. 13.);
- [73] „Virtual Reality Motor Maintenance by Mechatraining LLC,” 2017. <https://www.youtube.com/watch?v=dq2RSIsIqCqU> (Letöltve: 2020.9.25.);
- [74] Doug Donovan, „[10 Case Studies] Virtual Reality Increases Training Effectiveness.” June 09, 2018 <https://www.interplaylearning.com/blog/virtual-reality-increases-training-effectiveness-10-case-studies> (Letöltve: 2021.1.16.);
- [75] Neal E. Seymour, Anthony G. Gallagher, Sanziana A. Roman, Michael K. O’Brien, Vipin K. Bansal, Dana K. Andersen, Richard M. Satava, „Virtual reality training improves operating room performance: Results of a randomized, double-blinded study.” *Annals of Surgery* 236, no. 4 (2002): 458–63, <https://www.interplaylearning.com/hubfs/Blog/Case%20Studies/Virtual%20Reality%20Improves%20Operating.pdf> <https://doi.org/10.1097/01.SLA.0000028969.51489.B4>;
- [76] Bruce M. Perrin, Barbara J. Buck, Sara Elizabeth Gehr, „Intelligent Tutoring: Bridging the Gap from Knowing to Doing.” Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (I/ITSEC), 2010. <https://www.interplaylearning.com/hubfs/Blog/Case%20Studies/Intelligent%20Tutoring%20Bridging%20the%20Gap%20from%20Knowing%20to%20Doing.pdf> (Letöltve: 2021.1.16.);
- [77] Eric Krokos, Catherine Plaisant, Amitabh Varshney, „Virtual memory palaces: immersion aids recall.” *Virtual Reality* 23 (2019): 1–15, <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0346-3>.

1. ábra. Az Aero négy repülőgépeinek köteléke (alulról fölfelé) az L-159 Alca, az L-39CW, az L-39C és az L-29 Delfin (Forrás: Aero Vodochody)



Dr. Hennel Sándor* – Kelecsényi István**

Az Aero Vodochody cseh repülőgépgyártó vállalat és repülőgépei

I. rész

Az Aero Vodochody Aerospace 2021 februárjában 12 db L-39NG típusú gázturbinás, katonai repülőgép gyártására kapott megrendelést a Vietnámi Védelmi Minisztériumtól, amelyeket 2024-ig szállítanak le. A szerződés a hajózó és a műszaki személyzet képzésére, a teljes logisztikai támogatásra, valamint a repülőtéri rendszerek kiépítésére is kiterjed. A megrendelés kapcsán érdemes megvizsgálni mit is takar az „AERO” márkanev, és milyen múlttal, képességekkel, lehetőségekkel rendelkezik a Vodochody gyár.

A cseh repülőgépgyártó cég több évtizedes tapasztalattal rendelkezik az egyhajtóműves katonai kiképző repülőgépek gyártásának területén. A gyártó legújabb típusa, a felfegyverzett L-39NG típus, amely elsősorban a repülőki-

képzés területén hasznos, mintegy átmenetet képez a légcsavaros és a szuperszonikus repülőgépeken történő kiképzés között. Részben azonban alkalmas lehet fegyverzeti rendszerek működtetésének gyakoroltatására és korlátozott mértékben alkalmazható katonai feladatok ellátására is.¹ Az utóbbi évtizedekre jellemző, a fegyverzettechnikai rendszereket, illetve a védelmi célú elektronikát érintő miniaturizálás (tömeg- és méretcsökkenés), illetve képességnövekedés (például a lokátor-hatótávolság vagy az elektronikai harcrendszerek területén) bizonyos mértékben növeli a felfegyverzett, katonai, könnyű repülőgépek harci lehetőségeit. Napjainkban a Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program (ZHHP) hatására dinamikusan bővül a magyar hadiipar. Az Aero Vodochody gyár termékei és

ÖSSZEFOGLALÁS: Az Aero Vodochody cseh repülőgépgyártó vállalat hadiipari jelenléte több mint százéves múltra tekint vissza. Saját tervezésű repülőgépek mellett más típusok licenctyártásával, valamint a világháború alatt és az azt megelőző időszakban személygépjármű-gyártással is foglalkoztak. A cég az 1960-as évektől képes gázturbinás kiképző repülőgépek sárkányszerkezetének tervezésére és gyártására. Az L-29 Delfin után, a modern elvek alapján tervezett L-39 Albatros gyakorló-repülőgép gyártása 1971-ben indult az Aero üzemében, amelyet a '90-es évek végétől a korszerűbb L-59 Super Albatros, majd az L-159 ALCA, illetve az L-39 Next Generation típus követett. A legújabb típus fejlesztése napjainkban is kihívásokat tartogat a Vodochody gyár számára.

KULCSSZAVAK: repülőipar, hadiipar, gázturbinás gyakorló-repülőgép, L-39NG, felfegyverzett repülőgép, könnyű támogató képesség, Zrínyi HHP

ABSTRACT: The presence of the Czech aircraft manufacturer Aero Vodochody in the military industry dates back more than a hundred years. In addition to self-designed aircraft, they were also involved in the licensing of other types and in the manufacture of passenger cars during and before World War II. The company has been able to design and manufacture the kite structure of gas turbine training aircraft since the 1960s. Following the L-29 Dolphin, production of the L-39 Albatros training aircraft, designed according to modern principles, began in 1971 at the Aero plant. From the late 1990s, the more advanced L-59 Super Albatros was followed by the L-159 ALCA and L-39 Next Generation. The development of the new type still poses challenges for the Vodochody plant today.

KEY WORDS: aerospace, military industry, gas turbine training aircraft, L-39 NG, armed aircraft, light support capability, Zrínyi HHP

* Örnagy, okleveles gépészmérnök, helikoptervezető, katonai-műszaki tudományok PhD, a Magyar Hadtudományi Társaság Légierő Szakosztály tagja. ORCID: 0000-0002-1923-3432.

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





2. ábra. Az Aero már 1919-ben, fennállásának első évében megtervezte első saját repülőgépét. A katonai kiképző repülőgép az A-1 nevet kapta, és az újonnan alapított csehszlovák légierőben szolgált. A képen az Ae-10.01 oldalszámú repülőgép látható (Forrás: Aero Vodochody)

hadiipari kapacitásai, valamint az ott felhalmozódott technológiai tudás a jövőben szerephez juthat a ZHHP-ban.

AZ AERO VODOCHODY CSEH REPÜLŐGÉPGYÁR TÖRTÉNETE

A GYÁR TÖRTÉNETÉNEK KORAI SZAKASZA (1919–1962)

Az Aero Vodochody repülőgépgyárat 1919-ben alapították Prágában, Aero néven. A gyár indulásához szükséges tőkét a Živnostenská Banka biztosította az üzemeltető Vladimir Kabes számára. A repülőgépgyár a Bubeneč városrészben kezdte meg működését, az egykori Röhrs gyár területén. Székhelyét nem sokkal később áthelyezte Prága Holešovice kerületébe, ahol az AL-Ma német repülőgépjavító cégtől vásárolt épületeket.

A cég kezdetben elsősorban a csehszlovák légierő számára gyártott katonai repülőgépeket. Az első típus a Hansa-Brandenburg B.1 volt, amelynek módosított licencváltozatát már saját, az Aero Ae-01 típusjelzéssel gyártották, de a továbbfejlesztett változatok már az A-11 és A-12 jelzéssel épültek. Elkészült az első saját tervezésű Aero Ae-02 biplán vadászipülőgép is, amely csupán prototípus maradt, de fejlesztési alapként szolgált az Aero későbbi vadászipülőgépeihez. [1]

Az 1921. november 5-én, a gyárban kitört tűzvész során több épület, köztük a prototípusokat készítő műhely is megsemmisült. A szerencsétlenség után a repülőgépgyár nagy részét áttelepítették a Kbely repülőtérről délnyugatra fekvő területre. 1922-ben a befektetői csoport átalakult, amelynek nyomán Vladimir Kabes egyszemélyi tulajdonossá vált. A cég neve Aero, továbbá letadel Dr. Kabes-re (Aero, Dr. Kabes repülőgépgyár) változott. 1923-ban készült el az az 1300 m²-es modern üzemcsarnok Vysočanyban, ahol a részegységeket gyártották. A Kbely repülőtér korábban kiürített hangárait végfelszerelésre használták.

1938-ig összesen 38 repülőgéptípust terveztek, ezekből 25-öt sorozatban is gyártottak. Katonai és polgári célú repülőgépeket egyaránt építettek. A saját tervezésű gépek mellett licencgyártással is foglalkoztak, ilyen volt a brit De Havilland DH.50 repülőgép, amelyből 7 példány készült, vagy a francia Marcel Bloch fémjelezte repülőgéptípus, az MB-200-as bombázó, amelyet az Aero kívül az Avia repülőgépgyár is gyártott. Exportra is készültek repülőgépek, az A-32 és A-11 típusokat például megrendelésre szállították.

A repülőgépgyártás mellett az Aero 1929 és 1947 között személygépjárműveket is gyártott, az Aero A-10, Aero A-18, Aero A-20, Aero A-30 és Aero A-50 típusokból több ezer darab készült.

Csehszlovákia német megszállása után a repülőgépgyárat államosították, felügyelet alá került, és a Kbely repülőtér melletti telephelyről el kellett költöznie. Ekkor települt át a közeli Leňany repülőtér mellé, ahol hangárokat, műszaki és kiszolgáló épületeket is építettek. Ide kerültek a végszerelések, és itt történtek a berepülések is. A Cseh-Morva Protektorátus alatt a cég sorozatban gyártotta a Siebel Si 204 típusú könnyű szállító repülőgépeket, majd a Focke-Wulf FW 189 kéttörzsű, felderítő- és könnyűbombázójából is 337 db-ot építettek. Meglepő módon a Szovjetuniótól 1938-ban megvásárolt licenc alapján az eredetileg az Avianál gyártott SzB-2 típusú kétmotoros gyorsbombázó gyártását is megkezdték a Luftwaffe számára. Az Aero B-71 típusjelzésű bombázóból 1939 és 1941 között 111 db készült. A németek számára 1945-ig zavartalanul folyt a gyártás. Márciusban szövetséges légitámadás érte a gyárat, amely azonban komolyabb károkat nem szenvedett, sőt a jelentősebb szárazföldi harcok is elkerülték a cseh

3. ábra. A 20. század első felében az Aero a katonai oktató-, bombázó- és vadászipülőgépek mellett polgári repülőgépeket is gyártott. Röviddel a 2. világháború után, az Aero bemutatta az Ae-45 légi taxit, amely 4 utast szállíthatott (Forrás: Aero Vodochody)





4. ábra. Az 1950-es években az Aero, licenc alapján MiG-15-ös típusú sugárhajtóműves repülőgépek gyártását kezdte meg. Az Aero a típusból több mint 3400 példányt gyártott, később pedig részt vett a MiG-19 és a MiG-21 típusok gyártásában is (Forrás: Aero Vodochody)

főváros környékét, így a repülőgépgyár épségben átvészelte a háborút.

A 2. világháború után az Aero a Csehszlovákiában gyártott német típusokat építette tovább, a harmadik birodalom megszűnése után licencek nélkül. A Siebel Si 204-es Aero C-3, a Bücker Bü 131 Jungmann Aero C-4 típusjelzéssel készült. A háború utáni első saját tervezésű repülőgép az 1947-es Aero Ae-45-ös volt, amely azonban tagadhatatlanul magán viselte az eredeti Siebel konstrukció jegyeit. A típus sorozatgyártása 1949-ben indult. [1]

A gépjárműgyártás is újjáéledt, amikor a Jawa motorkegypár gyár által tervezett Minor elnevezésű, kétütemű motorral felszerelt személygépkocsit Aero Minor márkánéven készítették. [2] Rövid ideig – 1946 és 1947 között – még Škoda 150 típusú tehergépkocsik is készültek Aero 150 típusjelzéssel a cégnél. [3] [4]

A GÁZTURBINÁS REPÜLŐGÉPEK KORSZAKA 1953-TÓL: SZOVJET HARC REPÜLŐGÉPEK LICENCGYÁRTÁSA

Az 1950-es évek elején döntés született az akkor már a szovjet blokk szilárd államának tartott Csehszlovákiában a szovjet repülőgépek, gázturbinás repülőgépek licenccsúgyártásának megindításáról. Ehhez új gyártóbázisra is szükség volt, és az Aero számára a kelet-prágai járásban Vodochody-ban építettek új repülőgépgyártó üzemet. A cég 1953-ban költözött át az új telephelyre. A gyár mellé új repülőtér is épült. A Letnanyiban létrehozott hangárokat és épületeket átadták a csehszlovák légierőnek, illetve egy részükben az Avia repülőgépgyár licenc alapján építette az Iljuszin Il-10-es csata-, valamint az Iljuszin Il-14-es utasszállító repülőgépeket.

Az Aero polgári repülőgépeket is gyártott. Az 1. világháború után készült legelső típus a Fieseler Fi 156 cseh változata, a Mráz K-65 Cap utódjaként tervezett L-60 Brigádír mezőgazdasági és vontató repülőgépcsalád volt. Az Aero-nál azonban, a katonai repülőgépgyártás elsőbbsége miatt, a tervezés már a Beneš-Mráz, majd 1955-től az Orličan repülőgépgyárban fejeződött be, és a sorozatgyártást is ott végezték 1955 és 1959 között.

Az Aero 1954-ben kezdte meg a szovjet MiG-15-ös gázturbinás vadászipülőgép licenccsúgyártását S-102 típusjelzéssel. A légszaváros Ae-45 repülőgép gyártását ezért átadta a kunovicei Let repülőgépgyárnak. [5] A MiG-15-ösből a BiSz változat Aero S-103, a kétüléses UTI CS-102 típusjelzéssel készült. Az Aero-nál 1954 és 1962 között

összesen 3405 példány készült a MiG-15-ös típuscsaládból.

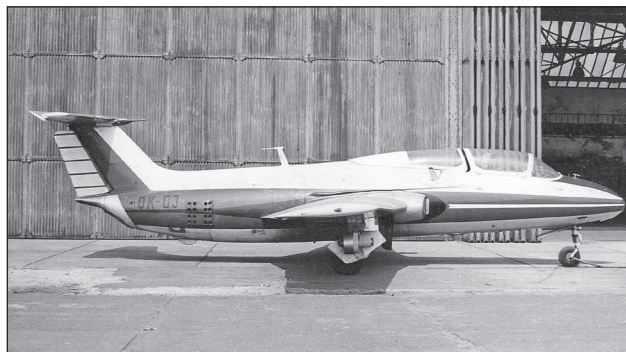
A típusváltást követően a MiG-19PF S-104, a MiG-19SZ S-105 típusjelzéssel készült, amely utóbbiból 103 db-ot építettek. Az Aero-nál gyártott utolsó MiG típus, a MiG-21F-13-as volt Aero S-106 néven, amelyet 1962 és 1972 között 194 példányos sorozatban állítottak elő. Az Aero-nál készült szovjet tervezésű vadászipülőgépek minősége jóval meghaladta a Szovjetunióban épített repülőgépeket. [1]

SAJÁT KONSTRUKCIÓJÚ GÁZTURBINÁS KIKÉPZŐ REPÜLŐGÉPEK GYÁRTÁSA 1962-TŐL

Az L-29 DELFIN GÁZTURBINÁS KIKÉPZŐ REPÜLŐGÉP (1962–1974)

Az 1950-es évek végén az Aero is indult a Varsói Szerződés légierői számára kiírt egyesített kiképző- és gyakorlórepülőgép-pályázaton, amelyen a szovjet Jak-30-as, a lengyel PZL TS-11 Iskra repülőgépeket megelőzve, tendergyőztes lett.

Az L-29 Delfin gázturbinás kiképző repülőgép gyártása az Aero-nál 1962-ben indult, és 1974-ig 3665 db-ot gyártottak a típusból, amelyből a Let Kunovice gyár 1722 példányt épített. A Delfin szerkezeti tömege 2280 kg, maximális felszállótömege 3540 kg volt. Hajtóműve, a Motorlet M701 típusú gázturbina maximális tolóereje 8,74 kN volt, amely 655 km/h (0,53 Mach) maximális repülési sebességet biztosított az L-29 típusú repülőgépnek. Magyarország is rendszeresített 18 példányt a típusból, amelyeket 1984-es kivonásukig, a Kilián György Repülő Műszaki Főiskola üzemeltett Szolnokon. [6]

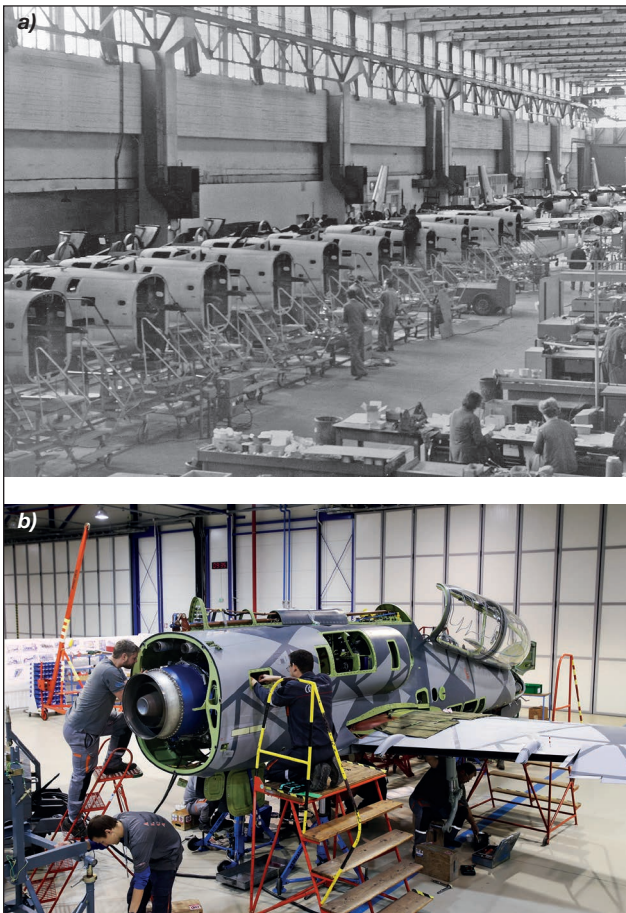


5. ábra. Az Aero saját tervezésű sugárhajtóműves repülőgép, az L-29 Delfin. Ebből a típusból több mint 3600 repülőgépet gyártottak, amelyek az egész világon, többek között Magyarországon is szolgáltak (Forrás: Aero Vodochody)

Az L-39 ALBATROS GÁZTURBINÁS KIKÉPZŐ REPÜLŐGÉP (1971–1999)

Az L-39 Albatros fejlesztése már az elődtípus, a Delfin sorozatgyártásának megkezdése után néhány évvel megindult. 1964 februárjában a Jan Vlček és Karél Dlouhý vezette munkacsoport végezte a koncepció kidolgozását és a repülőgép tervezését. A repülőgépet egymás mögötti tandem ülésekkel, nyílazás nélküli szárnyakkal és gázturbinával alakították ki. A sárkányszerkezet kialakítását egyszerűre, és könnyen szerelhetőre tervezték. A repülőgép méretei miatt, a legtöbb karbantartási munka létrák és állványok nélkül elvégezhető, a komplett szárny egyben leszerelhető, mindössze négy db csapszeg erősíti a törzshöz. Hajtómű-





6. ábra. Az L-39 gyártásának csúcsa 1988-ban volt, amikor Aero befejezte az 254. repülőgép építését a), napjainkban az L-39NG készül az üzemben b)
(Forrás: Aero Vodochody)

7. ábra. Az L-39 elsődlegesen kiképző repülőgép, de a ZA és a ZO felfegyverezhető változatok számos ország légierijében könnyű harci repülőgépként szolgálnak (Forrás: Aero Vodochody)



cserénél a vezérsíkot is tartalmazó, 5 db csavarral rögzített hátsó törzsszekció leválasztása, a tolórudak és néhány elektromos vezeték kikötése után a törzs széthúzható. A tervezésnél felhasználták a MiG-21 típusú vadászpilóta több alkatrészét és berendezését, például a hidraulika akkumulátorait, az orr-részbe épített KVANT típusú távolságmérőt és a pilótafülke számos műszerét is. A szocialista országok megállapodásai alapján a repülőgép gázturbinás hajtóművét csak a „keleti blokk”-ban gyártott típusok közül lehetett kiválasztani, így az Ivcsenko AI-25 típusú hajtómű módosított változatát, a cseh Motorlet és az ukrán Progresz gyár által gyártott AI-25TL-t találták alkalmasnak.

Az első L-39 prototípus 1968 őszén készen állt a felszállásra, amelyet az X-02 jelzésű géppel november 4-én végrehajtottak. A repülőgépből 7 db prototípust építettek, amelyek közül 5-öt repülés közbeni kiértékelésre használtak.

Az első AI-25TL gázturbinás hajtómű 1971-ben készült el, majd 1972-ben tesztelték az L-39-es típuson. A hajtómű sorozatgyártását Csehszlovákiában 1973-ban hagyták jóvá. Ugyan a Motorletben elkészült egy 10 db-os széria, de a hajtómű gyártásának munkaigényessége miatt az a döntés született, hogy az AI-25TL típusú hajtóműveket inkább az eredeti szovjet gyártótól vásárolják.

Az L-39-es sorozatgyártása 1971-ben indult és 1972-ben Csehszlovákiában állt először hadrendbe, majd 1973-ban a Szovjetunióban is lefolytatták a hivatalos teszteket és az L-29 Delfin utódjaként, pályázat nélkül, nagy mennyiségben, több részletben szállítva rendelték meg. Az L-39C változatból összesen 2080 db-ot rendeltek, az utolsó példányokat már a rendszerváltás idején szállították le a cseh gyárból. A gyártás idején volt olyan év, amikor az Aero 250 db-ot épített a típusból.

A gyakorló-repülőgépből típuscsalád lett, mert 1973-ban elkészült az L-39D felfegyverezhető változat, amelyet később L-39ZO néven gyártottak. A szárnyak alatti négy pilonra 500-500 kg fegyverzetet, illetve 150 vagy 350 literes üzemanyag-póttartályt lehetett függeszteni. A pilonokat a MiG-21-es típusokon is alkalmazott bombázárakkal sze-

rejték fel. Exportra egy még jobban felfegyverzett változatot is kialakítottak, az L-39ZA-t, amelynek a törzse alá egy duplacsővű Grjazev–Sipunov GS-23 típusú gépágyút építettek. Az L-39V modifikációt légi célok vontatására alakították át. A KT-04 típusú célrepülőgéppel a légi célok elleni tevékenységet lehetett gyakorolni. Az L-39ZA/ART az izraeli Elbit cég elektronikájával felszerelt változat volt, amelyen a navigációs és fedélzeti fegyverzetvezérlő rendszerek mellett, a fékrendszer vezérlését is megváltoztatták. A szárnyak alatti két-két pilonra lehetővé vált 350 literes póttartályok függesztése is. Ebből a típusváltozatból Thaiföld számára szállítottak 36 db-os szériában.

A repülőgépcsaládot napjainkra közel 60 országban repülik, vagy repülték a légierők mellett magán kontraktor cégek, bemutatócsoporthok vagy magánszemélyek.

A magyar légierő 1993-ban kapott az egykori keletnémet légierő állományából 24 db L-39ZO típusú repülőgépet, amelyek közül 20 db állt szolgálatba. A népszerű típus 1994 és 2009 között elsősorban a kiképzés céljait szolgált. [7]

Az L-59 SUPERALBATROS FELFEGYVERZETT GÁZTURBINÁS REPÜLŐGÉP (1986–1996)

1986. szeptember 30-án repült először az L-39 módosított változata, amelyet az Aero fejlesztett ki. A repülőgépből két prototípus készült. A típus először az L-39MSz, később az L-59 Super Albatros nevet kapta.

A repülőgép külsőleg az elődjére hasonlított, de annál hosszabb orr-résszel, megerősített törzskeretekkel, és jóval modernebb pilótafülkével készült, amelybe fejlett avionikai műszerezettség, valamint többek között Head-up-display (a pilóta számára kivetített kijelző) is helyett kapott. Az elektronikai berendezések többségét az amerikai Flight Vision cég gyártotta, a navigációs rendszert az ugyancsak amerikai Bendix King szállította. A repülőgép hajtóműve Lotarev DV-2 típusú gázturbinás sugárhajtómű volt, amely 21,57 kN maximális tolóerejével jelentősen felülmúlta a 16,9 kN tolóerejű AI-25TL teljesítményét. A L-59-es fegyverzete már NATO-szabványú volt, a gépre többek között a francia Matra R550 Magic infravörös önirányítású, hőkövető, rövid hatótávolságú légiharc-rakétát is integrálták. [8] [9]

A rendszerváltás jelentősen befolyásolta a típus értékesítési lehetőségeit. Az európai volt szocialista országok a szovjet nyomás alól felszabadulva már nem kívánták megvásárolni a típust, és a csehszlovák légierő is csupán 6 db-ot állított szolgálatba. (Ezekből később Szlovákia 2, Csehország 4 db-ot vett át.) Két afrikai állam, Egyiptom és Tunézia rendszeresítette a típust, Egyiptom 1993 és 1994 között 40 db-ot vásárolt L-59E típusjelzéssel, Tunézia pedig 1995 és 1996 között vett át 12 db L-59T típusjelzésű repülőgépet. [1] [4]

Az L-159 ALCA KÖNNYŰ HARCÍ REPÜLŐGÉP (1986–1996)

Az Aero az L-59 mérsékelt sikere után sem állt le a felfegyverzett, gázturbinás repülőgép fejlesztésével. Áttértek az ALCA típusra. (ALCA – Advanced Light Combat Aircraft – fejlett, könnyű harci repülőgép.) A zömében együléses repülőgéptípus fő feladata immár nem a kiképzés volt, hanem a korlátozott légi harcászati feladatok ellátása.

A rendszerváltás után az Aero pénzügyi helyzete nem volt kellően stabil. A gyárnak nem állt rendelkezésére megfelelő mennyiségű anyagi forrás, ezért az amerikai Rockwell



8. ábra. Kétüléses L-159 ALCA a szerelőműhelyben a). A pilótafülkét – a 4. generációs típusokra jellemző – két folyadékkristályos, színes képernyővel és néhány analóg műszerrel ellátott műszerfallal és széles látószögű Flight Vision FV-3000 HUD-dal szerelték fel b) (Fotók: Kelecsényi István)

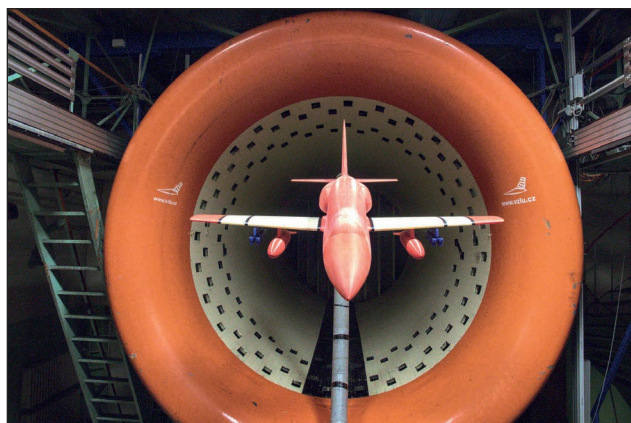
is betársult a fejlesztésbe. Az amerikai cég azonban hamarosan beolvadt a Boeingbe, amely részvényese lett az Aeronak. 1994-ben az új repülőgéphez egy amerikai hajtóművet, a Honeywell ITEC F124-GA-100 gázturbináját választották, amelynek utánégetővel felszerelt változata a tajvani AIDC F-CK-1 Ching-Kuo vadászbombázó erőforrásoként már bizonyított. Az előd típus terveinek alapos átdolgozásával sikerült egy modern, gyakorló és könnyű csapásmérő repülőgépcsaládot kifejleszteni. 1995. április 7-én a cseh kormány döntött a repülőgép megrendeléséről, amely felgyorsította a fejlesztési munkát.

Az ALCA család kétüléses gyakorló-repülőgépe az L-159B, míg az együléses könnyű harci repülőgép az L-159A jelzést kapta. A típus az első amerikai gázturbinával és nyugati műszerekkel felszerelt sugárhajtású Aero repülőgép volt. A szárnyak és a törzs jellegzetes Aero-kialakítású, a tervezésen tetten érhető az L-39/59 öröksége. A pilótafülkét azonban – a 4. generációs típusokra jellemző – két folyadékkristályos, színes képernyővel és néhány analóg műszerrel ellátott műszerfallal, illetve széles látószögű Flight Vision FV-3000 HUD-dal szerelték fel. A repülőgép HOTAS- (Hands On Throttle And Stick – kezek a gázkaron és a botkormányon) rendszerét a botkormányon 9, a hajtóművezérlő karon 7 db kezelőszervvel, a Mason Electrics amerikai cég fejlesztette. A Honeywell szállította az inerciális és műholdas navigációs rendszert, a Bendix King a rádió navigációs leszállító rendszert, és a Rockwell Collins az AN/ARC-210 rádiókat, a Lear Electronic a robotpilótát. A repülőgépbe beépítették a MIL-1553 digi-



1. táblázat. Egyhajtóműves, felfegyverzett repülőgépek a szubszonikus tartomány felső határán, lokátorral és 2 tonna feletti fegyverzettel (szerzői szerkesztés)

Típus	Maximális felszállótömeg	Függeszthető fegyverzet tömege	Maximális sebesség	Tolóerő	Radar
AlphaJet	8000 kg	2500 kg	995 km/h	26 kN	AGAVE/Anemone
BAE Hawk	9000 kg	2500 kg	1030 km/h	29 kN	Northrop Grumman AN/APG-66H
L-159 ALCA	8000 kg	2300 kg	940 km/h	28 kN	Sky Guardian 200



9. ábra. Repülőgépmakett körüli áramlás tesztelése szélcsatornában (Fotó: Kelecsényi István)

tális adatbusz rendszert, amelyhez a legtöbb nyugati gyártmányú fegyverzet is csatlakoztatható. Az L-159 ALCA radarbesugárzás-jelző rendszert és Vinten 78 infracsapda követő rendszert is kapott.

Az utánégető nélküli, 28 kN tolóerejű gázturbinás hajtómű és a szárnyak kialakítása miatt a repülőgép szub- és transzszonikus alkalmazásra készült, a hangsebességet nem lépi át. Maximális sebessége 940 km/h, hatótávolsága póttartályok nélkül 1570 km. Az első szériában gyártott, saját tervezésű Aero típus, amely beépített lokátorral készült. Az olasz Alenia által gyártott X hullámsávú Grifo L doppler-impulzus lokátor a hosszan előrenyúló, lapos, papucs alakú orr-részben található. A radar más változatait többek között a francia Mirage III, és a Northrop F-5 Tiger II vadászbombázókba is beépítették. A Grifo, radarnavigáció mellett 13 db levegő-levegő és 11 levegő-föld üzemmódú harci kapacitással is rendelkezik. Légi harc üzemmódban egyidőben nyolcféle célt képes követni. Hatótávolsága maximum 70 km, amely elsősorban a viszonylag kis radartényér méretből adódik. [10] [11] (1. táblázat.)

A maximum 8 tonna felszállótömeggel repülhető típus a szárnyak alatt 3-3 ponton és a törzsközépponton rendelkezik fegyverzet, illetve üzemanyag-póttartály függesztési lehetőséggel. A külső fegyverzeti függesztmények össztömege 2,3 tonna lehet. Beépített tűzfegyvere nincs, de az ugyancsak cseh gyártású ZVI Plamen konténerbe duplacsövű PL-20 gépágyú függeszthető. [12] A függesztőpontokon – a szabadesésű bombákon, illetve a nem irányított rakétakonténereken túl – integrálták a GBU-12 lézerirányítású bombát, az AMG-65 Maverick levegő-föld rakétát, illetve légi harcra az AIM-9M Sidewinder légi harc-rakétákat is. A repülőgép kétüléses változata is rendelkezik a teljes harci kapacitással, de fedélzeti rádiolokátor nélkül. Később a cseh légierő igénye szerint módosították a kétüléses L-159T1 típusú kiképző változatot, amelyet a már legyártott és tárolásra kivont együléses repülőgépekből építettek át. Ezek a

változatok nem rendelkeznek fedélzeti rádiolokátorral, a cseh és az iraki légierő szolgálatában repülnek. Később a típus L-159T1+ és L-159T2 változatban is gyártották.

(Folytatjuk)

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] „History” AERO Vodochody AEROSPACE a.s. <http://www.aero.cz/http://www.aero.cz/en/about-us/company/history/> (Letöltve: 2021.4.14.);
- [2] Radek Pecák, „Aero Minor byla vlastně Jawa. Výroba začala před 70 lety”. AutoRevue.cz. <http://www.autorevue.cz/aero-minor-byla-vlastne-jawa-vyroba-zacala-pred-70-lety>. (Letöltve: 2021.4.14.);
- [3] Andy Thompson, *Cars of Eastern Europe*. Haynes Publishing, 2011;
- [4] EuroOldtimers.com. „(1945-47) Aero 150 (Škoda 150, Praga 150) Veteráni i Veterán - Oldtimers - Historická Vozidla”. <https://www.eurooldtimers.com/eng/galerie-stroj/2748-1945-47-aero-150-skoda-150-praga-150.html>. (Letöltve: 2021.4.14.);
- [5] „Historie” LET Aircraft Industries <http://www.let.cz/history> (Letöltve: 2021.4.14.);
- [6] „L-29 „Delfin” sugárhajtóműves oktató repülőgép” Reptár – Szolnoki Repülőmúzeum, <https://www.reptar.hu/repulogepeink/l-29-delfin-sugarhajtomuves-oktato-repulogep.html> (Letöltve: 2021.4.14.);
- [7] „L-39 Albatros” AERO Vodochody AEROSPACE a.s., <http://www.aero.cz/http://www.aero.cz/en/aircraft/programs/l-39-albatros/> (Letöltve: 2021.4.14.);
- [8] „L-59 Super Albatros” AERO Vodochody AEROSPACE a.s. <http://www.aero.cz/http://www.aero.cz/en/aircraft/programs/l-59-super-albatros/> (Letöltve: 2021.4.14.);
- [9] „Lotarev DV-2 - 1980s Turbofan Engines” <https://en.google-info.org/7480282/1/lotarev-dv-2.html> (Letöltve: 2021.4.14.);
- [10] „L-159 Alca” AERO Vodochody AEROSPACE a.s. <http://www.aero.cz/en/aircraft/programs/l-159-alca> (Letöltve: 2021.4.14.);
- [11] „L-159 ALCA” Ministry of Defence & Armed Forces of the Czech Republic <https://www.army.cz/en/armed-forces/equipment/air-force/aircraft/l-159-alca-38156> (Letöltve: 2021.4.14.);
- [12] „Aero L-159 ALCA (Advanced Light Combat Aircraft)” Milavia Aircraft <https://www.milavia.net/aircraft/l-159/l-159.htm> (Letöltve: 2021.4.14.).

JEGYZETEK

- 1 Az esetleges harcászati alkalmazás jellege inkább defenzív – pl. helikopterek, UAV-k, esetleg szállító repülőgépek elleni tevékenység.

Dr. Óvári Gyula* – Fehér Krisztina**

Repülőgépek elektromos meghajtása – szükségszerűség kompromisszumokkal

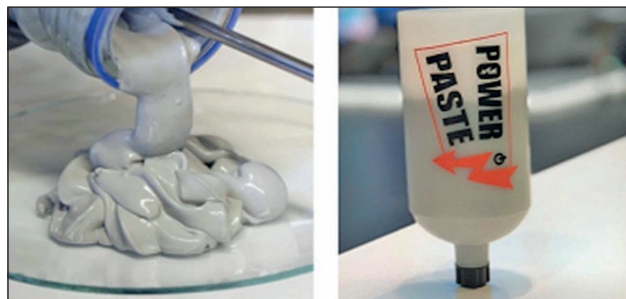
V. rész

A folyamatosan csökkenő mennyiségű hagyományos, fosszilis eredetű energiahordozók kiváltására a légi közlekedésben jelenleg döntően az elektromos meghajtású repülőeszközök jöhetnek számításba. A tanulmány korábbi részeiben a szerzők áttekintették repülőeszközök működtetéséhez alkalmazott energiahordozók fajtáit, a környezetszennyezés csökkentése érdekében szóba jöhető alternatív energiaforrások kiválasztásának szempontjait, majd a repülés környezeti hatásait. Felvetették a dinamikus növekvő légi forgalom és a környezetvédelmi szabályozás ellentmondásait, elemezték az alternatív energia bevezetésével kapcsolatos kényszerű lassulás okait, valamint aggályokat fogalmaztak meg a 2050-ig tartó fejlődés lehetőségeiről. A tanulmány bemutatta a katonai repülés és a környezetszennyezés arányait, majd a nemzetközi társadalmi, politikai, katonai válságok, illetve a koronavírus-járvány hatásait vizsgálta a repülőiparra és a légi közlekedésre. Ezt követően önálló rész foglalkozott az elektromos meghajtású repülőeszközök gyors bevezetésének kényszerhelyzetével, valamint az azzal járó kompromisszumokkal. Az akkumulátoros energiatárolás, majd a villamos meghajtás legfőbb nehézségeinek ismertetését követően a szerzők kiemelték az UAV-k különböző típusain az adott eszközök előnyeit és hátrányait. Lapunk olvasói megismerkedhettek a napelemes légi utántöltéssel, az új típusú akkumulátorokkal, valamint az üzemanyagcellák alkalmazásainak egyes változataival. A sorozat jelen részében az érdeklődők a hidrogén tárolására szolgáló legújabb technológiáról olvashatnak, és megismerhetik a rövid- és középtávú regionális repülésre alkalmas elektromos repülőeszközök fejlesztésének lehetőségeit. A szerzők kitérnek a hibrid, valamint fémbázisú tüzelőcellákkal történő elektromos meghajtásra.

LEHETSÉGES ÁTTÖRÉS A HIDROGÉN TÁROLÁSÁRA A 2021-BEN MEGJELENT POWERPASTE

A német Fraunhofer Intézet Powerpaste néven 2021-ben mutatta be azt a döntően közlekedési eszközök PEM-cellái táplálására fejlesztett magnézium-hidrid alapú krémet, ami egyszerre alkalmas a hidrogén eddig ismert – cseppfolyósítva ($t < -253\text{ °C}$), vagy magas nyomáson ($p = 700\text{ bar}$) gázhalmazállapotban történő – tárolási nehézségeinek kiküszöbölésére. [13]

A speciális krém előállításához a magnéziumot hidrogénnel elegyítik $\sim 350\text{ °C}$ -on és 5-6 bar nyomáson, így magnézium-hidrid jön létre. Ehhez észtert és fémsót adva a folyamat befejezésekor egy viszkózus, homogén szerkezetű, krémszerű szürke anyag keletkezik, amely pl. patro-



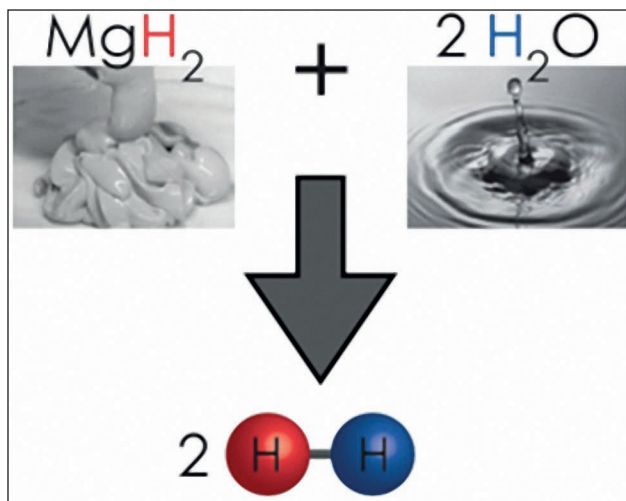
44. ábra. Powerpaste és tárolása tubusban
(Forrás: Fraunhofer)

nokba, tubusokba tölthető (44. ábra). Kémiaiilag 250 °C hőmérsékletig teljesen stabil, így feltöltve, álló járműben – akár tűző napsütésben is, külön rendszabályok foganatosítása nélkül – biztonsággal tárolható. [24]

Az üzemanyag feltöltése Powerpaste-val egyszerűen patronbehelyezést, illetve -cserét jelent, egy külön tartályba pedig tiszta vizet kell tölteni.

Működtetéskor a krémet a kívánt mennyiségben a tubusból kitolva vízzel elegyítik (45. ábra), a kémiai reakció eredményeként a H_2 nemcsak a Powerpaste-ból, (7,66 tömegszázaléka hidrogén) hanem a vízből is felszabadul (11,1 tömegszázaléka hidrogén), így a keletkező gáz energiasűrűsége magas (10 kg Powerpaste energiatartalma megfelel 1 kg hidrogénnek).

45. ábra. Hidrogén keletkezése Powerpaste és víz elegyítésekor [23]



* Egyetemi tanár, NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Repülő Sárkány-hajtómű Tanszék. ORCID: 0000-0002-9876-6760

** Tanársegéd, NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Repülő Sárkány-hajtómű Tanszék. ORCID: 0000-0002-5057-733X

Az 1,6 kWh/kg, illetve 1,9 kWh/l energiasűrűség, ~ tízszerese a Li-ion akkumulátorénak, de meghaladja a 700 baros sűrített, gázalmazállapotú hidrogénét is.

A kiterjedt felhasználás – természetesen maradéktalan beválás esetén is – az előállító ipari bázis(ok), valamint a szállítási, tárolási és repülőtéri alkalmazáshoz szükséges logisztikai hálózatok kiépítését teszi szükségessé.

FEJLŐDÉST SEGÍTŐ MOTÍVUM, KÖZÖS POLGÁRI, KATONAI CÉLOK, KÖVETELMÉNYEK

Figyelembe véve, hogy a szériagyártásra érett konstrukciók kifejlesztése több évtizedbe telik, egyértelmű, hogy a 20–30 év múlva tömegtermeléssel előállított, széles körben alkalmazni kívánt légijárművek kísérleti példányainak már napjainkban meg kell jelennie. Fejlesztésük az elmúlt években ténylegesen valóban elkezdődött (házánkban is), ennek során több megoldást is kimunkáltak.

A fegyveres erők és testületek technikai eszközei – többek között a repülőgépek – fejlesztőinek, üzemeltetőinek a polgári élettel megegyező energetikai és környezetvédelmi kihívásoknak kell megfelelnie. Ezek esetenként néhány sajátos követelménnyel is kiegészülhetnek (pl. lopakodó jellemzők, ballisztikai védelem, felderítő és/vagy tűztámogató képesség biztosítása stb.). A közös sajátosságok inspirálólag hatottak, és az együttműködés lehetőségét kínálták fel a polgári és katonai szféra számára (Magyarországon is) az alternatív energiával működtethető, különböző méretű, rendeltetésű repülőeszközök mind több területen történő bevezetésére, alkalmazására, sőt esetleges közös létrehozására is.

E légi járművek fegyveres erők követelményeit is kielégítő változatai, az ULS-A (Unmanned Logistics Systems-Air – pilóta nélküli légi logisztikai rendszerek) létrehozásának szükségessége eredményezte az USA hadseregében, hogy a tengerészgyalogság a légierővel együttműködve meghirdette az ipar számára az Agility Prime elnevezésű, erre vonatkozó közös programját. [14]

Ennek keretében több – könnyű (small), közepes (medium) és nehéz (large) – kategóriában készülnek majd a légi járművek, követelményként meghatározva az egyszeri és napi szállítóképességüket, hatótávolságukat. Utóbbiakról függ a meghajtásuk módja (tisztán elektromos vagy hibrid). Nagy tömegek (3–5 t), felderítéssel, elhárítással



47. ábra. Tipikus nehéz, közepes és könnyű UAV-konstrukciók [15]

kevésbé veszélyeztetett, nagyobb távolságú (~300 tengeri mérföld) szállítására alkalmazhatnak UAV-ra átalakított, gázturbinás hajtóművel felszerelt, már meglévő szállítóhelikoptereket is (pl. K-Max, UH-1). Számos újabb konstrukció is születhet azonban az új feladatokra optimalizálva a gazdaságosság, környezetvédelem, katonai alkalmazás esetén pl. igények szerint stealth (lopakodó) tulajdonságokat is kialakítva.

AZ ELŐRELÉPÉS LEHETŐSÉGEI A RÖVID- ÉS KÖZÉPTÁVÚ REGIONÁLIS REPÜLÉSRE ALKALMAS ELEKTROMOS REPÜLŐESZKÖZÖK FEJLESZTÉSÉBEN

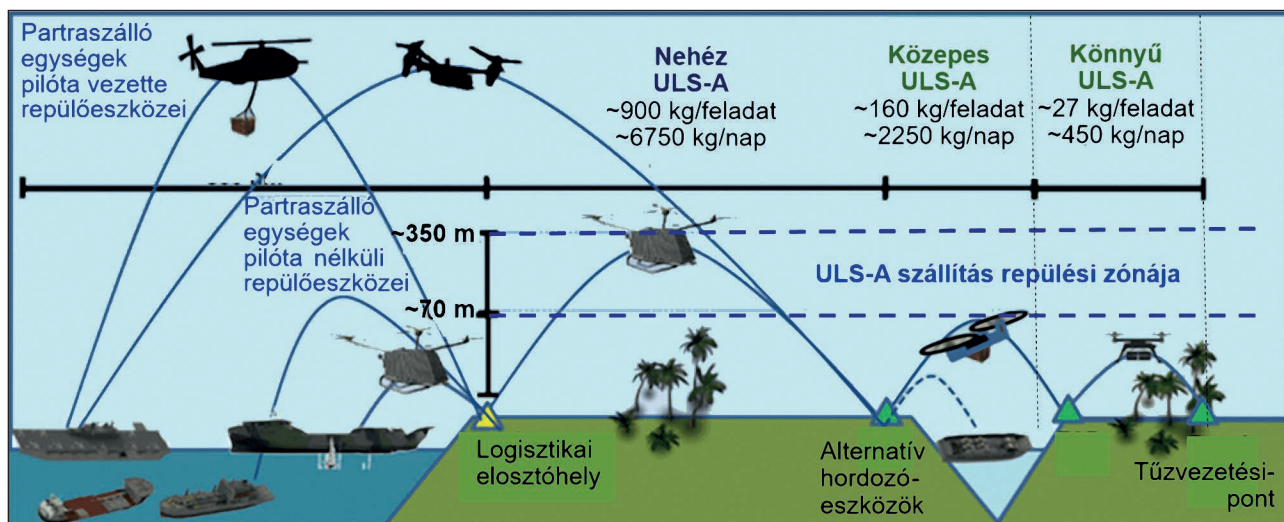
A rövid- és középtávú (~1000 km-ig) környezetkímélő repülés eszközeként – a jelenleg ismert akkumulátortechnika mellett – a közeljövőben várhatóan a hibrid meghajtású repülőeszközök dominanciája valószínűsíthető, de erőteljesen fejlesztik a fémbázisú-levegő áramforrásokat is.

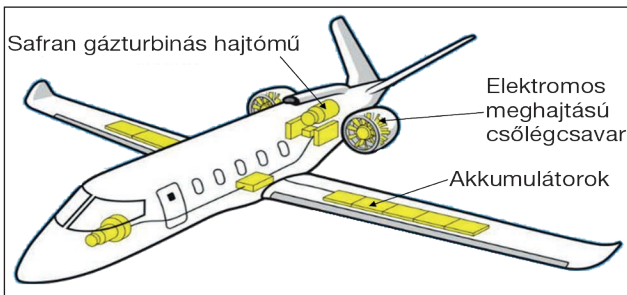
hibrid meghajtás

A Boeing és a JetBlue Airways 2022-re olyan, 12 utast rövid távolságra szállítani képes repülőgépet kíván építeni, amelynek üzemköltségei a jelenlegi gázturbinás meghajtásúaknál lényegesen alacsonyabbak. A startup együttműködik a Teslával és a Panasonic-kal is, a két nagy akkumulátorgyártó legújabb fejlesztéseit alkalmazva.

A '20-as évek elején rendszeresíteni kívánt Zunum Aero ZA-10 (48. ábra) elnevezésű, 12 személy szállítására alkalmas, hibrid elektromos repülőgép 1250–1470 kW-os (1700–2000 LE-s) villanymotoros csőlégcsavarjait és akkumulátorait egy 500 kW-os Safran helikopter-hajtóműből fejlesztett olyan speciális gázüzemű erőgép táplálja, amely menet közben képes a meghajtáshoz szükséges elektro-

46. ábra. Az alkalmazott ULS-A kategóriák előírt hatótávolsága, terhelhetősége és szállítási kapacitása [14 alapján]





48. ábra. Zunum ZA-10, hibrid meghajtású regionális utasszállító repülőgép (a [16] alapján a szerzők szerkesztése)

mos energia jelentős hányadát előállítani. Ennek működési elve jelenleg még vállalati titok.

A ~1100 km hatótávolságú légi jármű üzemeltetési költségei alacsonyak, – repült óránként 250 USD –, amely 60-80%-kal alacsonyabb, mint a hasonló méretű gázturbinás hajtóművel felszerelt repülőgépeké. A felszállást követően, az utazórepülés során, a tolóerőt kizárólag az akkumulátorokról működtetett elektromos meghajtású légcsavarok biztosítják.

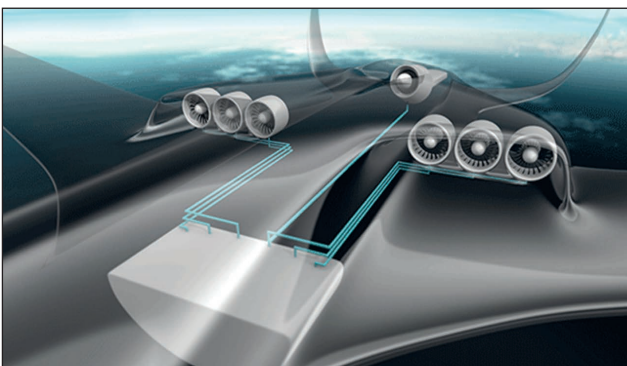
A hibrid meghajtás kutatásával a NASA is intenzíven foglalkozik. Az általuk javasolt első kísérleti repülőgép-változat a Boeing-737-es olyan átépítése lehet, amelynél a törzs farokrészén elhelyezett – a két szárnyon lévő gázturбина generátorai által táplált – elektromosan meghajtott turbofan is működne. (49. ábra)

Továbbfejlesztett változatánál a gázturbinás hajtómű már csak a felszálláshoz szolgáltatna kisegítő tolóerőt, a repülés további szakaszaiban, mint villamos energiaforrás (generátor + üzemanyagcella-töltő) működne.



49. ábra. NASA-elképzelés a Boeing-737 hibrid üzemű átalakítására [17]

50. ábra. Az Airbus elképzelése a szállító repülőgép hibrid meghajtásának kialakításáról [18]



Nem különbözik ezektől a koncepcióktól az Airbus elképzelése a hibrid meghajtású repülőgép tolóerejének létrehozásáról (50. ábra). A 6 csőlégcsavar elektromos meghajtását gázturbinás hajtóművel táplált üzemanyagcella biztosítja. Ezek gyakorlati megvalósítása azonban még a villamos hálózatokon belüli energiaátalakítás és a megbízható -tárolás hatékonyságának további érdemi javítását igénylik.

KIZÁRÓLAG ELEKTROMOS MEGHAJTÁS, FÉMBÁZISÚ TÜZELŐCELLÁKKAL

A 2017-es párizsi Air Show-n mutatta be az USA-ba települt izraeli cég, az Eviation Aircraft a kizárólag elektromos meghajtású, Alice nevű prototípusát (51. ábra), kedvező repülési jellemzőket ígérve. A tervek szerint az új repülőgép két változatban készül. Az egyszerűbb, túlnyomásos fülkelialakítást nem igénylő repülésre tervezett, kizárólag a 3460 kg tömegű 900 kWh kapacitású lítium-ion akkumulátorral táplált 3 × 260 kW-os tolóégcsavarral 2022-ben kerülhetett volna kereskedelmi forgalomba, de a tesztrepülőgép 2020-ban kigyulladt akkumulátora miatt az egész légi jármű leégett, így számottevő áttekintés vált szükségessé.

Az akkumulátorokat több mint 1000 cikluson keresztül tesztelték, ami 3000 repülési órának felel meg, ezt követően 250 000 USD költségű cserét igényelnek. Ez az összeg a közvetlen működési költség felének felel meg, hasonlóan a dugattyús motorok nagyjavításához.

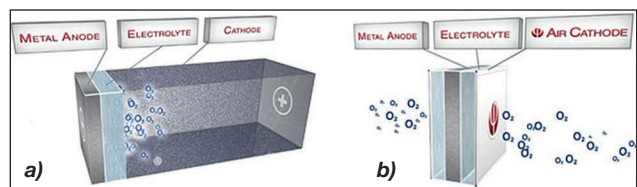
A nagyobb teljesítményű túlnyomásos fülkével gyártott modell 2023-ra készül el. A légi jármű, 980 kWh-os alumínium-levegő áramforrása lítium-polimer puffer-akkumulátorokat táplál, amelyek a három tolóégcsavart forgató villanymotort működtetik. A légi jármű két fő személyzettel 9 utast 1360 km távolságra szállíthat, 450 km/h utazósebességgel, környezetbarát módon.

Az alumínium-levegő (fémbázisú) erőforrás (52 b) ábra) működése során alapvetően különbözik a hagyományos tüzelőanyag-cellától (52 a) ábra), ahol a hidrogént, a rendszer tüzelőanyagát oxidálják. Utóbbi folyamatban a hidrogén disszociálódik, a pozitív hidrogénionok a katódra jutva,



51. ábra. Az Eviation Aircraft által gyártott, 11 fő szállítására alkalmas Alice elektromos meghajtású regionális repülőgép [19]

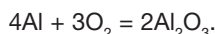
52. ábra. Hagyományos akkumulátor a) és egy levegő-elektrodával rendelkező erőforrás b) [20]



a betáplált oxigénnel egyesülve – a visszaérkező elektronok jelenlétében – oxidálódnak, és vízgőz keletkezik. Az anód és a katód közötti áramkörben elektronáramlás van, így a cellán kívüli vezetékébe fogyasztó, pl. villanymotor köthető. [21]

A fémháztípusú tüzelőcellánál (52 b) ábra) is szabad elektronok létrehozása a cél az anód és a katód közötti külső áramkörben. A cella tüzelőanyaga itt azonban maga az anód, egy oxidálható fém. Az anódfém oxidációja az elektrolit segítségével jön létre. A fématom külső elektronjának kötése megszűnik, és a szabad elektronok a külső áramkörben villamos egyenáramot hoznak létre.

Az alumínium-oxid az alumínium égetésével, illetve magas hőmérsékletre hevítésével keletkezik:



(Utóbbi fehér színű por, közismert nevén timföld.)

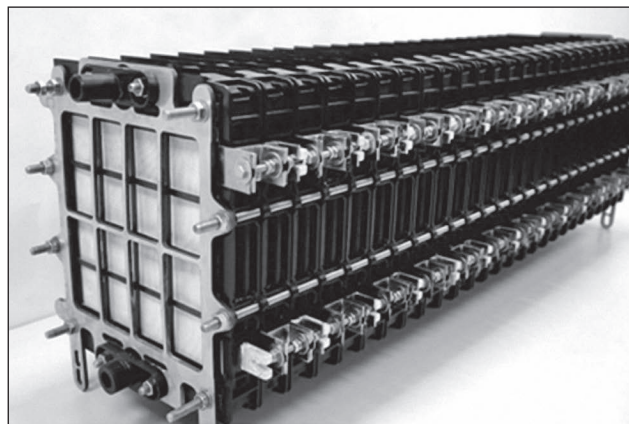
Amikor az alumínium az oxigénnel vegyi kapcsolatba lép – ugyanúgy, mint az akkumulátorok esetében –, a felületén olyan mérgező vegyület képződik, ami megakadályozza a további oxidációt. (Ez teszi az alumíniumtermékeket ellenállóvá.) A tüzelőcellában az oxidációnak folytatódnia kell, ezért az elektrolitban lévő adalék megakadályozza a szigetelő felület kialakulását.

A rendszer egy porózus elektródat alkalmaz katódként, amely kis kiterjedéséhez képest nagy felülettel rendelkezik, így jelentős mennyiségű oxigént képes kiszűrni a levegőből. Kialakításának köszönhetően jóval könnyebb is a hagyományos akkumulátoroknál, energiasűrűsége azonban lényegesen magasabb, akár 8 kWh/kg is lehet. Az elektróda anyagában ezüstalapú katalizátor biztosítja, hogy a szén-dioxid ne zavarja meg annak működését. (Ez utóbbi egyébként minden fém-levegő akkumulátor alapproblémája, mivel a katódhoz kapcsolódó szén-dioxid fokozatosan szénrel telíti a felületet, amely így egyre kevésbé képes megfelelő szintű működésre.)

Az alumínium-levegő erőforrásokban a fém idővel alumínium-hidroxiddá alakul, használhatatlanná téve azt, vagyis nem tölthetők újra, hanem teljes cserére szorulnak. (Emiatt nem pontos erre a berendezésre az akkumulátor megnevezés!) Előny, hogy az elhasznált akkumulátorokból újak gyárthatók. Természetesen kedvezőtlen a gyakori csere szükségessége, de megfelelően gyakorlott szerelőhálózattal azonban könnyen, 90 s alatt végrehajtható, ami lényegesen kevesebb idő, mint egy akkumulátor elektromos utántöltése, és egy ilyen kategóriájú hagyományos repülőgép kerozinnal való feltöltésénél is. [20] A tüzelőanyagként alkalmazott alumínium 2,7 kg/dm³ sűrűségű alumíniumtérfogattal arányosan elméletileg tízszer nagyobb energiát képes szolgáltatni, mint a hidrogén. [21]

A tüzelőanyag-cella csak akkor aktív, ha elektrolit van a cellákban, amelynek tulajdonsága a cella működése szempontjából meghatározó fontosságú. Az alkalmazott KOH oldata a „tüzelőanyag-anódon” létrejövő pozitív fémionokat a katód felé átengedi, a szabad elektronok áramát azonban blokkolja, így azok a külső áramkörön jutnak a „levegő-katódra”, miután a villanymotoron is átmentek. Használton kívül az elektrolitot egy tartályban tárolják, amíg szükség nincs rá. Ahogy az alumíniumlemezek elfogynak, az elektrolit is annyira feltöltődik alumínium-hidroxiddal, hogy azt is cserélni kell, de az elektrolit is újrahasznosítható.

Amennyiben a fém tüzelőanyag-cellát ólomakkumulátor helyett alkalmazzák, akkor ugyanazon térfogatú alumíniumháztípusú cella kb. tízszer annyi energiát képes szolgáltatni. Ugyanakkor, az alumínium-levegő tüzelőanyag-cella



53. ábra. Alumínium-levegő tüzelőanyag-cella [21]

(53. ábra) a jelenlegi formájában még túlméretes, méretének csökkentése szükséges. [21]

További kutatásokat igényel, hogy az alumínium-levegő tüzelőanyag-cellát csak kiegészítő energiaforrásként célszerű-e alkalmazni a lítium-ion akkumulátor mellett a hatótávolság, illetve a repülési idő növelésére, vagy elsődleges energiaforrásként is megfelelően használható. A rendszerszintű felhasználás esetén szükség van egy jól kiépített ellátó hálózatra kialakítására, ahol pótolhatók az alumíniumlemezek, és cserélhető az elektrolit is.

A cink-levegő fémháztípusú akkumulátorok fejlesztése is megkezdődött. Ezek igen tartósak ígérkeznek, több ezer órányi működés után is alig mutatható ki az elhasználódás. Gazdaságos a gyártásuk, tömeges előállításuk azonban jelenleg még jelentős akadályokba ütközik, de a fejlesztők bíznak az ezt előidéző problémák belátható időn belüli elhárításában. A cink 7,14 kg/dm³-es sűrűsége bár nagyobb az alumíniuménál, de a térfogategységre vonatkoztatott energiasűrűsége kb. azzal megegyező.



A GINOP 2.3.2-15-2016-00007 „A légiközlekedés-biztonsághoz kapcsolódó interdiszciplináris tudományos potenciál növelése és integrálása a nemzetközi kutatás-fejlesztési hálózatba a Nemzeti Közzolgálati Egyetemen – VOLARE” című projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

A tanulmány a fenti projekt „AVIATION_FUEL” nevű kiemelt kutatási területéhez kapcsolódóan valósult meg.

(Folytatjuk)

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [13] „The Economist. Hydrogen goop could be a more convenient fuel than hydrogen gas” The Economist 2021.2.27. <https://www.economist.com/science-and-technology/2021/02/25/hydrogen-goop-could-be-a-more-convenient-fuel-than-hydrogen-gas> (Letöltve: 2021.4.24.);
- [14] Brian Garrett-Glaser, „Marine Corps Partners with Air Force Agility Prime on eVTOL Aircraft for Logistics” Aviation Today, 2020.3.10 <https://www.aviationtoday.com/2020/03/10/marine-corps-partners-air-force-agility-prime-evtol-aircraft-logistics> (Letöltve: 2021.4.24.);

- [15] OPS, "Unmanned team of K-MAX® helicopter and Indago quadrotor demonstrate firefighting capability" 2014.11.19 <https://operationnels.com/2014/11/19/unmanned-team-of-k-max-helicopter-and-indago-quadrotor-demonstrate-firefighting-capability> (Letöltve: 2021.4.24.);
- [16] Forrás: <https://hu.pinterest.com/pin/794744665472830564> (Letöltve: 2021.4.24.);
- [17] Gyurkity Péter, „A NASA is hibrid repülőn dolgozik” SG.hu, 2016. 1. 13. <https://sg.hu/cikkek/tudomany/116822/a-nasa-is-hibrid-repulon-dolgozik> (Letöltve: 2021.4.24.);
- [18] Forrás: <https://imechewebsitesresources.blob.core.windows.net/imeche-web-content/images/default-source/default-album/e-thrust-econcept-view-h1-20130607.jpg> (Letöltve: 2021.3.10);
- [19] Bowler, Tim, „Why the age of electric flight is finally upon us” BBC News, 2019.7.3. <https://www.bbc.com/news/business-48630656> (Letöltve: 2021.4.24.);
- [20] „Új alumínium-levegő akkumulátort mutattak be” iPon. hu, 2014.06.11. <https://ipon.hu/magazin/cikk/uj-aluminium-levego-akkumulatort-mutattak-be> (Letöltve: 2021.4.24.);
- [21] Szemerédy László, „Alumínium-levegő energiaforrás” Autotechnika 2014. <https://autotechnika.hu/cikkek/motor-eroatvitel/10805/aluminium-levego-energiaforras> (Letöltve: 2021.4.24.);
- [22] „Skai – magyar-amerikai együttműködéssel készült a világ első hidrogénhajtású dróntaxija” Zöldhajtás.hu, <http://zoldhajtás.hu/fuelcell/skai-magyar-amerikai-egyuttmukoedessel-keszult-a-vilag-elso-hidrogenhajtasu-drontaxija> (Letöltve: 2021.3.10.);
- [23] Forrás: <https://bioage.typepad.com/.a/6a00d8341c4f5be5ef026bdebad6c9200c-pi> (Letöltve: 2021.3.10.);
- [24] „Fraunhofer suggests e-scooters as application for its magnesium hydride paste hydrogen storage technology” Green Car Congress 2021.2.4. <https://www.greencarcongress.com/2021/02/20210204-powerpaste.html> (Letöltve: 2021.3.10.).

Nagy-L. István

A császári-királyi hadsereg magyarországi tábornokai, 1787–1815

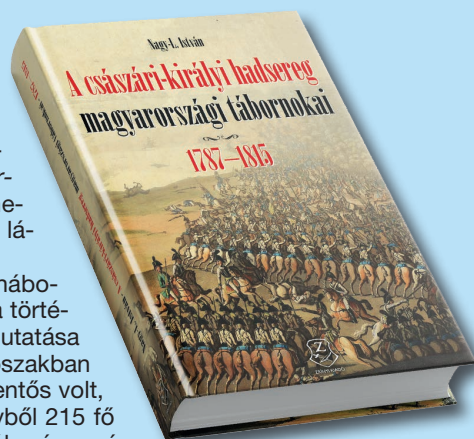
„A császári-királyi hadsereg magyarországi tábornokai, 1787–1815” című életrajzi lexikon Nagy-Luttenberger István történész-muzeológus, a pápai Esterházy Múzeum és Történeti Kutatóközpont Magyarságkutató Intézetének tudományos főmunkatársa tollából az olvasók kezébe. Négyévnyi levéltári munka eredményeként a hiánypótló kötet a keveset kutatott, felvilágosult abszolutizmus magyar tábornokainak életútjait gyűjti össze. A kötet „A császári-királyi hadsereg 1765–1815 – Szervezetttörténet és létszámviszonyok” című tanulmány folytatásának tekinthető, amely 2013-ban a pápai Gróf Esterházy Károly Múzeum kiadásában látott napvilágot.

Az utolsó oszmán-török háború, a francia forradalom és a napóleoni háborúk időszaka (1787–1815) döntő jelentőségű volt a Habsburg Monarchia történetében. Így a hadsereg elitjének, a hadvezérség tagjainak életrajzi bemutatása kivételesen fontos a birodalom fejlődésének elemzésében. Ebben az időszakban a magyar nemzetiségű katonák részvétele már a tábornoki karban is jelentős volt, hiszen a Habsburg Monarchia aktív tábornoki kara 880 főből állt, amelyből 215 fő tekinthető magyarnak, azaz a Magyar Királyságból, illetve társországaiból származóknak. A 215 tábornok színes, változatos életútjának bemutatásán keresztül a korabeli gazdag és színes magyar társadalom összetételéről is képet alkothatunk.

A kötet vaszkos bevezetőjeként közölt tanulmányban a szerző megvizsgálja a tábornokok életrajzával kapcsolatban eddig elért eredményeket, a kutatási előzményeket és felsorolja a témában rejlő nemzetközi és hazai párhuzamokat. Elemzi a tudományos igényű kézikönyv egyes fejezeteinek jellemzőit és felhasznált adatokat, valamint ismerteti a kutatás módszertani jellemzőit. Ezután értékeli azokat a forrásokat és tudományos irodalmat, amelyekre kutatásai során támaszkodhatott. A bevezető tanulmány végén meghatározza a kutatás pontos céljait, a vizsgálandó személyek és adatok körét, valamint a tanulmányban leírt kutatás pontos folyamatát és módszertanát.

A szerző 2013-óta az MTA Köztestületi tagja, korábban a Habsburg Történeti Intézet Kutatási Ösztöndíj, a Collegium Hungaricum Ösztöndíj, az Österreichisches Staatsarchiv, a Magyar Állami Eötvös Ösztöndíj, és a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal Fiatal Kutatói Ösztöndíj támogatott kutatója volt. Kutatási területei a 18-19. századi történelem, különösen a kora újkori és újkori hadtörténet és új hadtörténetírás.

A kötet a korszak iránt érdeklődőkön és kutatókon túl a családfakutatással foglalkozók számára is ajánlható, hiszen az életrajzok a tábornokok házastársára és leszármazottakra utaló adatokat is tartalmaznak.



A Nagy-L. István tollából, a Zrínyi Kiadónál megjelent, 215 tábornok életrajzát bemutató, keménytetővel ellátott könyv terjedelme 456 oldal. 9000 Ft-os áron kapható a könyvesboltokban, illetve közvetlenül a Zrínyi Kiadótól 25%-os helyszíni kedvezménnyel 6750 Ft-ért. Cím: 1024 Budapest, Fillér utca 14., (tel.: 06 1-459-5373, e-mail: cinti@hmzrinyi.hu), továbbá megrendelhető a shop.hmzrinyi.hu weboldalon. (DRU.)

András Füleký*

Twenty first century development in the Hungarian Defence Forces: The KC-390 tactical military transport aircraft

HISTORICAL BACKGROUND

Recognizing the need for the air transport of passengers and cargo for military purposes, aircraft were already systematized for this task in Hungary between the two world wars.

Although the aim of the article is not to describe all the transport aircraft used in the history of the Hungarian Defence Forces², it is necessary to cover the type of gear that precedes the military airlift capability that was due for renewal and fulfils its tasks within the framework of the Zrínyi Program. One of those assets is the An-26 military transport aircraft, not only because she has served for

Figure 1. Embraer's KC-390 Millennium aircraft (Source: Embraer S.A.)



ÖSSZEFOGLALÁS: A tanulmány rövid történeti képet vázol a Magyar Honvédség egyes korszakaiban a légi szállító képességet megtestesítő egyes repülőgépekről, valamint légi és földi üzemeltetést biztosító állományról. A Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretein belül kialakítandó katonai szállító repülő képesség ismertetésével az olvasó rálátást kap a kiterjedő komplex légiszállítási képességre és mindazon megvalósítandó feladatra, amelyek a szövetséges, nemzetközi és hazai szerepvállalások során a jövőben keletkeznek.

A cikk részletesen ismerteti a közeljövőben beszerzésre kerülő Embraer KC-390 Millennium típusú új katonai szállító repülőgépet.

KULCSSZAVAK: KC-390, katonai szállító repülőgép, Magyar Honvédség, Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program, NATO

nearly half a hundred years, but also because we can understand some of the present capability requirements from the mission set of this aircraft.

AN-26³ TACTICAL MILITARY TRANSPORT AIRCRAFT

The domestic history of the An-26 aircraft (Figure 2) began in 1973, when a decision was made to retire the legacy Li-2 transport aircraft.

Figure 2. The archive image includes the An-26 aircraft and its crew (from right Lt. Col. József Torma Dep. Com. of the Squadron – Pilot in Command, Maj. Sándor Kiss Squadron Observer, Maj. László Vaik Co-pilot, SSgt. András Balogh Airborne Systems Specialist, WO. József Tóth Airborne Radio Operator, unknown) in preparation for the April 4 parade, Szolnok, March 1975 (Source: unknown)



ABSTRACT: The paper gives a short historical overview of the types of aircraft representing airlift capabilities in certain periods of the life of the Hungarian Defence Forces and pays tribute to air and ground operations personnel. Describing the military transport aircraft capabilities to be developed within the framework of the Zrínyi Defence and Military Development Program¹, the reader will gain insight into the ever evolving nature of complex airlift capabilities and the tasks resulting from participation in Alliance, international and domestic missions.

The article provides a detailed description of the new, soon to be acquired military transport aircraft Embraer KC-390 Millennium.

KEY WORDS: KC-390, military transport aircraft, Hungarian Defence Forces, Zrínyi Defence and Military Development Program, NATO

* Lieutenant Colonel senior aviation officer of the HDF Command Force Planning Directorate Capability Development Programs Branch. University of Public Service Faculty of Military Science and Officer Training Doctoral School of Military Sciences, doctoral student. ORCID: 0000-0002-7735-2173

The basic ideas for the novelty of the type development itself – the new design of the rear cargo door or ramp, its loading functions and the ability to be pulled under the trunk – already existed in 1964, yet the prototype was only completed by the end of 1968.

In 1974, the Hungarian Air Force received 6 pieces (registered with tail number 202; 203; 204; 208; 209; 210) of the large-scale series production, which started in 1970, and another 4 pieces with tail number 405; 406; 407; 603.

Of particular interest is the fact that the type was already viewed and recognized by the Western trade press in 1969. It can be said that at that time we got modern, newly developed aircraft according to the standards of the age.

The typical mission set of the An-26, which had been constantly developing over the years, was as follows:

- performing air transport tasks related to the international role of the HDF (especially support of operations in the Baltics and the Balkans – limited applicability⁴);
- provision of medical air evacuation tasks (AIREVAC⁵);
- participation in the tasks of the OPEN SKIES agreement⁶ with Hungary;
- support for joint force operations (theatre air transport, airborne missions such as dropping paratroopers or cargo);
- performing other domestic and international air transportation tasks (including government VIP, dignitary transportation);

On May 11, 2020, the defence leadership made a decision on the type, according to which neither an extension of the operating time nor a heavy maintenance could be planned.

Withdrawal of the type from the system had to be carried out for airplanes 110⁷, 405, 406, 407, and 603, still service at the time.

On June 23, 2020, tail number 406 aircraft reached the limit of its time between overhauls, thus, with its last flight, concluded the domestic career of the type by ending its active service.

The An-26 aircraft nicknamed “Screaming Mouse”, of which 11 flew in Hungary during its 46 years of service (202, 203, 204, 208, 209, 210, 405, 406, 407, 603, 110), accumulated about 83,000 flown hours and completed 31 million km⁸.

The retraining of the personnel flying An-26s to flying new types of aircraft and planning for new task is in progress, as a result of which only 3 of the approximately 26 crew members have been transferred to other aviation professions.

The decommissioning of the type has temporarily removed the following capabilities:

- Aerial photography for cartographic purposes, tasks covered by the OPEN SKIES agreement;
- Air transport of persons and cargo on the battlefield;
- Airborne operations both personnel and cargo;
- Transport of weapons, explosive or dangerous goods by air;
- MEDEVAC capability⁹;
- Possibility of retraining air crews for Multi Engine Operations (ME¹⁰).

DEVELOPMENT OF THE MILITARY TRANSPORT CAPABILITIES OF THE HUNGARIAN DEFENCE FORCES

At the strategic level, the idea of the replacement of the existing An-26 fleet arose as early as 1997, as the 4 aircraft available used the remaining operating time based on the operating time indicators at that time. In the first round, at the invitation of CASA, an expert-level consultation was held on a CN-235 aircraft with a Seville-based company in Spain. Subsequently, in 1998, at the invitation of the Lockheed Martin Aeronautical System in Great Britain, the RAF Lyneham Air Base hosted a site survey where the C-130K Hercules aircraft was in the crosshairs. Based on the travel reports and expert analyses of the negotiations, the military leadership of the time assessed that it would be expedient to return to the issue of type change after Hungary's forthcoming accession to NATO. Of course, there was another non-negligible aspect, which happened to be that the program could not be launched in the actual medium-term planning period (until 2003) due to extremely limited budgetary resources. Another significant problem of the procurement was the lack of a complete infrastructural condition of the airport receiving the new type, as well as the considerable cost impact of implementation.

Figure 3. The last official flight of the An-26 aircraft (tail number 406) of the HDF (Source: Nóra Letanóczy)



Table 1. Airbus A319-112 and Dassault Falcon 7X transport aircraft main technical data (Source: edit by author)

Parameters	Airbus A319-112	Dassault Falcon 7X
Max Payload	126 pax / 70 tons*	14 pax / 2,5 tons
Max Cruising Speed	830 km/h / 0.78 M	850 km/h / 0.85 M
Service Ceiling	11.700 m (FL 390)	12.900 m (FL 430)
Ferry Range	11.100 km	N/A
Ferry Range with max payload	6.945 km	10.200 km
Crew	1 PIC; 1 FO; 1 FM; 1 LM; 3-4 CA**	1 PIC; 1 FO; 1 FE; 1 CA**

* AIREVAC, MEDEVAC depends on its configuration

** PIC – Pilot in Command; FO – First Officer; FM – Flight Manager; LM – Load Master; CA – Crew Attendant; FE – Flight Engineer

RENEWAL OF AIR TRANSPORT CAPABILITIES

With the accession to NATO, a new era had begun for both Hungary and the HDF. The military air transport capacity available at the time was only sufficient to perform a fraction of the projected tasks. In addition, the An-26 aircraft, which represented the technological standards of the 1960s, posed increasing difficulties in the design and execution of tasks, both technically and in terms of applicability.

Within the framework of the Zrínyi Program, there was a real opportunity to develop military transport aircraft capabilities in line with Hungary's air transport tasks and level of ambition, thus reducing or eliminating the risk of exposure due to the lack of capabilities and the impact of high rental costs. Such a strategically important capabilities contribute to the full performance of the tasks of the HDF arising from its basic mission, independent from external factors, ensuring the preparation and training of soldiers for operational tasks, transport and replenishment of soldiers and equipment and the possibility of active participation in humanitarian missions.

PURCHASE PHASE 1

In addition to the 2 Dassault Falcon 7X long range, multi-purpose liaison and transport aircraft (*Figure 4*), the 2 Airbus A319-112 troop transport aircraft (*Figure 5*) are suitable for the fast, safe and efficient transport of HDF personnel and their personal equipment, but in the case of an air evacuation task it is also available to Hungarian citizens. Due to its modular interior design, it can also be suitable for performing air medical evacuation tasks. The performance data of A319 and F7X and the names of the new on-board positions are summarized in *Table 1*.

PURCHASE PHASE 2

A team of experts preparing the procurement examined the capabilities of a tactical military transport aircraft in line with NATO expectations and conducted negotiations accordingly.

– Tactical Air Transport (AT) Requirements [1]:

Tactical (Intra-theatre) AT provides airlift within a specific theatre or JOA¹¹. It differs from Strategic AT in its greater exposure to the enemy threat and therefore in its higher theatre entry standards; in localised command and control; in the coordination and synchronicity with

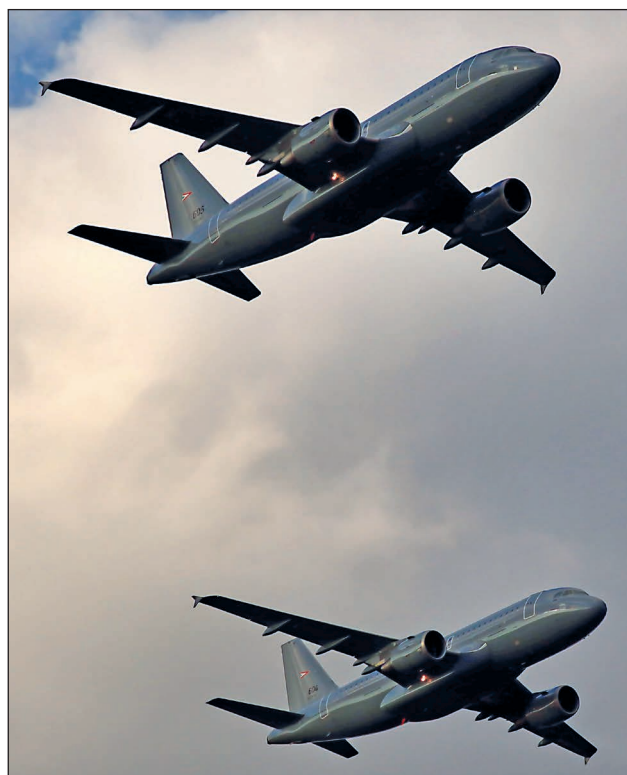


Figure 4. Airbus A319-112 Troop transport aircraft
(Source: Nóra Letanóczki)

Figure 5. Dassault Falcon F7X Light, multi-purpose liaison and transport aircraft (Source: Nóra Letanóczki)



the operational battle rhythm and scheme of manoeuvre; and in its capability to operate from performance-limiting, austere landing strips. For these reasons Tactical AT platforms are restricted in terms of outsized cargo capacity and range in comparison to Strategic AT platforms.

– Required Force Elements:

The effectiveness of Alliance operations (in terms of deployment, mobility and sustainment) hinges upon the availability of intra-theatre airlift, especially in the case of expeditionary operations and/or when operating in areas with poor transport infrastructure. ISAF operations in Afghanistan were constrained by a lack of intra-theatre airlift; however, this is attributed more to a lack of Rotary-Wing lift rather than Fixed-Wing AT. The statistics, however, show that there are sufficient numbers amongst the Alliance members to fulfil this AT requirement. Where the failure lies is the lack of standardisation in training and platform capabilities, and the consistent reluctance of nations to offer these capabilities to the Coalition. Quite often those nations who lack a Strategic AT capability mitigate this shortfall by utilising tactical assets instead.

– Tactical AT Platform Characteristics¹²:

The Tactical AT include the following criteria [2]:

- Capable of Aerial Fire Fighting;
- Capable of Air Ambulance Operations;
- *Capable of tactical transportation/Airlift of cargo up to six tonnes or up to 20 fully combat equipped soldiers;*
- Capable of performing reconnaissance (including: Maritime Patrol; Weather & Aerial Sampling);
- Capable of conducting Combat Search and Rescue (CSAR) operations in no-to-low threat environments only, primarily to provide aerial refuelling to rescue helicopters;
- *Capable of automatic response to external electronic interrogation by military and civilian ground and airborne interrogators;*
- *Capable of bi-directional networked air-air and air-surface communications;*
- *Capable of secure, Electronic Warfare resistant voice and data communication;*
- *Capable of EW/Electronic Combat;*
- Capable of ice-strip operations (modified wheel-ski landing gear);
- *Capable of day/night and all weather operation, including low-level flights;*
- Capable of airborne refuelling of Fixed- and Rotary Wing aircraft;
- Capable of ground refuelling (both Fixed-Wing and Rotary-Wing & fuel caches whilst engines are still running with props feathered);
- *Capable of being refuelled in-flight;*
- *Capable of autonomous or mutual initiation of self-protection measures;*
- Capable of passively detecting approaching surface air missiles;
- Capable of passively detecting, analysing and identifying hostile radar emissions from airborne and ground threats in dense EM environments;
- *Capable of airdrop operations of cargo and supplies;*
- Capable of airborne troop deployment.

The points taken in bold from the listed capability elements also appeared as a basic requirement during the Hungarian procurement procedure.

In light of the above, preparations began in 2018 for the development of a new tactical military transport aircraft

with intra-theatre airlift capabilities, which make it possible to perform tasks in a high-risk area of operations.

The main tasks of the type are the autonomous provision of support to the defence forces by covering air transport needs, joint operations (battlefield air transport, airborne operations both personnel and cargo, etc.), as well as the performance of domestic and international air transport tasks (Table 2).

Table 2. KC-390 transport aircraft main performance data

(Source: edit by author)

Parameters	KC-390
Max payload	23 tons or 80 equipped soldiers or 66 paratroopers
Max cruising speed	556 km/h at sea level 0.78 M at 9.000 m (FL300)
Service Ceiling	10.500 m (FL 350)
Ferry Range	7.100 km (with AAR tanks)
Range with operating payload	2.000 km (19,5 tons)
Crew	1 PIC; 1 FO; 1 FE; 1 FM; 1 LM; 1 AAR OP*

* PIC – Pilot in Command; FO – First Officer; FE – Flight Engineer; FM – Flight Manager; LM – Load Master; AAR OP – Air-to-air Refuelling Operator.

The subject of the procurement is basically the acquisition of 2 aircraft of the same capabilities and equipment which are suitable for full NATO interoperability, both for peacetime and military operations.

Negotiations have taken place with the Brazilian aerospace company Embraer S.A. Founded in 1969 as a state-owned company, the Brazilian aviation company manufactures commercial, military and business jets as well as agricultural aircraft. The company was completely separated from government management in 1997 and then listed on the stock exchange in 2000. Today, it is the 3rd largest aviation company in the world.

As a result of a series of negotiations between the two parties, a contract for the supply of 2 new Embraer KC-390 Millennium tactical military transport aircraft and the equipment, training, related services and logistical support required for their operation and maintenance was signed on 17 November 2020 [3]. According to the terms of the agreement, the planes will arrive in the year 2024.

It is interesting to note that Embraer contacted the Ministry of Defence with this type already in 2014, but under the conditions of that time capability development was not possible, so the current acquisition of KC-390 provides a framework suitable for this path-finding process.

The KC-390 aircraft to be purchased will have the following capabilities:

1. **Battlefield transport of forces:** An airplane with a middle row of seats (Figure 6) can be used to deploy a maximum of 80 soldiers or 66 paratroopers with full equipment.
2. **Battlefield cargo/equipment transport:** The aircraft is capable of carrying a maximum of 23 tons of cargo in unit loads, or depending on their size, a combat vehicle and a helicopter (Figure 7). Among the cargo stowage





Figure 6. Troop transport using a middle row of seats (Source: Embraer S.A.)



Figure 7. In-theatre air transport (Source: Embraer S.A.)

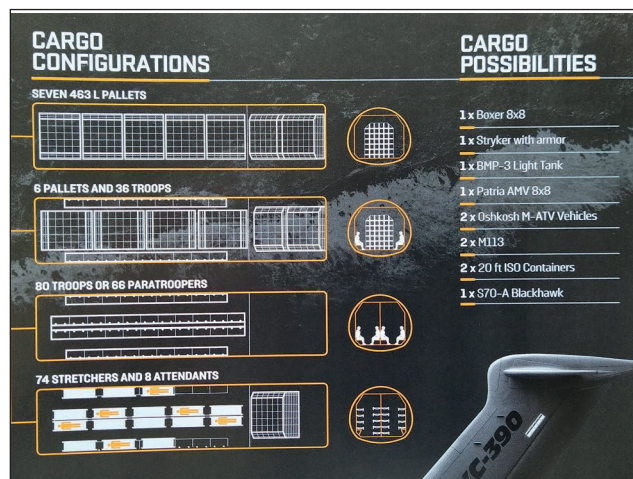


Figure 8. Loading variants (Source: Embraer S.A.)

Table 4. Size and weight data of military equipment typically transported on a KC-390 transport aircraft (Source: edit by author)

Type of vehicle	Weight (tons)	Dimensions (L×W×H)
Oshkosh M-ATV	12.5	6.27 × 2.49 × 2.7
M113	12.3	4.9 × 2.7 × 2.5

variants (Figure 8), in addition to the load required to perform a given task or to provide logistical support, a limited number of people can also be placed on board. With this capability, a significant part of the domestic and international air transport demands can be covered, including the logistic support of high-priority Air Policing tasks.

Task-specific military equipment, unit load, equipment, personnel loading and layout variants [4]:

- 1 vehicle (Table 3.)
- 2 vehicles (Table 4.)
- 2 × 20 feet ISO Containers;
- 7 × 436L Pallets;
- 6 × 436L Pallets and 36 Troops;
- 80 Troops or 66 Paratroopers;
- 74 Stretchers and 8 Attendants for AIREVAC Missions;
- 8 Intensive Care Unit (ICU) possibility of installation.

3. Both aircraft have a **Passive Self-Protection System** (fix and removable armour against 7,62 mm ammo) and an **Active Self-Protection System** (Chaff & Flare, DIRCM¹³ Figure 9);

4. The aircraft is capable of using the worst **semic-prepared runway** and operate on reduced or damaged soft unpaved airfields (Figure 10);



Figure 9. KC-390 aircraft using Active Self-Protection System (Source: Embraer S.A.)

Table 3. Size and weight data of military equipment typically transported on a KC-390 transport aircraft (Source: edit by author)

Type of vehicle	Weight (tons)	Dimensions (L×W×H)
Boxer 8×8	24	7.93 × 2.99 × 2.37
Stryker with armour	M1126: 18.51 (with additional armour 21) M1128: 21.6 (with additional armour 24.6)	6.95 × 2.72 × 2.64
BMP-3 light tank	18.7	7.14 × 3.2 × 2.4
Patria AMV 8×8	16-27	7.7 × 2.8 × 2.3
S70-A Blackhawk	5.35	ca.14.5 × ca.3.2 × ca.3.4



Figure 10. KC-390 during take-off from a semi-prepared runway (Source: Embraer S.A.)

5. **Human and cargo air drop** (Figure 11): Can be performed at low altitudes and high altitudes (HAHO, HALO¹⁴), supported by an on-board oxygen system. A cord is installed in the cargo area to perform a static line jump. In the case of one aircraft, manual and programmed/timed dropping of loads is also possible (CCDP¹⁵);

6. In the case of one aircraft the **AIREVAC capability** will be developed with 74 stretchers, while the **MEDEVAC**¹⁷ **capability** will be developed with a pre-installation to serve 4 intensive care units (ICU¹⁸ or PTU¹⁹ acquisition appears as a later capability development, Figure 12). The ICU is the same as the one used on the A319.

7. **Air-to-air Refuelling- and Receiver Aircraft Capability** (Figure 13):

One of the two aircraft to be procured is equipped with a complete AAR²⁰ system. The AAR capability will provide Gripen with the ability to maintain proficiency and is expected to be a sought-after capability for the region as well. The operating range of a receiver aircraft during a coalition operation is extended significantly, especially when used at full payload. The range can also be increased with the extra fuel provided by the AAR tanks, but this reduces the payload capacity.

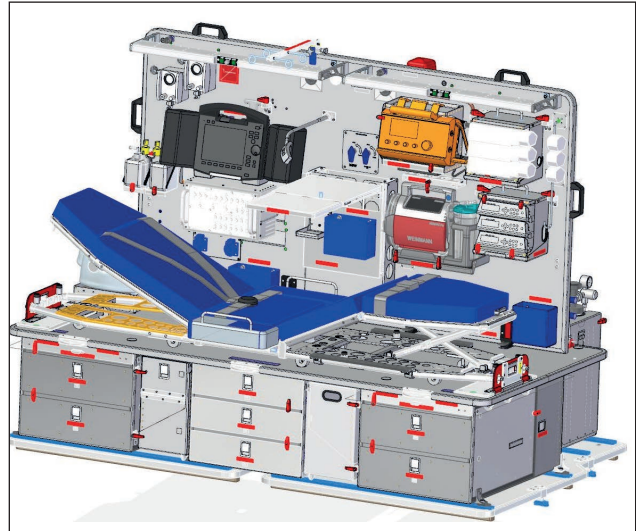


Figure 12. Patient Transport Unit (Source: MH Egészségügyi Központ)



Figure 13. A KC-390 during Air-to-air Refuelling Operation (Source: Embraer S.A.)

Figure 11. KC-390 during Human and Cargo Air Drop (Source: Embraer S.A.)



Table 5. KC-390 Summary of Transport Aircraft Capabilities
(Source: edit by author)

Summary of the capability elements	
Active Self-Protection System (Chaff & Flare, DIRCM)	✓
Passive Self-Protection System (fix and removable armour against 7,62 mm ammo)	✓
Refuelled as Receiver Aircraft and Air-to air Refuelling Capability	✓
NVIS ²¹ Interior, Exterior and Cockpit System Lights Compatible	✓
AIREVAC (74 Stretchers and 8 Attendants) + MEDEVAC (4 Intensive Unit – ICU/PTU)	✓
Human Air Drop (cord for jumping, HALO and Oxygen System)	✓
Middle Row of Seats	✓
Continuous Computed Drop Point (CCDP)	✓
Worst Semi-Prepared Runway Use	✓
Secure Mode Military Communications and Navigation Equipment	✓
Ground Maintenance and Support Systems	✓
Computer Based Trainer (CBT)	✓
Simulator (FFS ²²), Tactical Simulation System	× ²³
Combat Search and Rescue	× ²⁴
Aerial Photography and Aerial Sensing	×

SUMMARY

A historical parallel can be drawn between the introduction of the An-26 and KC-390 tactical military transport aircraft in Hungary, as in the case of both aircraft it can be said that domestic procurement took place in a relatively short time after its development and international launch. Moreover, both types possess features and modern abilities and capabilities that fit the tasks of the HDF. This also means that Hungary, as one of the first to apply the new type, is



Figure 14. A fictitious photograph taken by Embraer in honour of the agreement (Source: Embraer S.A.)

likely to make a major contribution to the “fine-tuning” of the aircraft and to the modernization of individual sub-capabilities, either as a partner or as a first-time user.

The KC-390 aircraft (Figure 16), with its personnel trained, prepared and qualified, will be able to perform the tasks described in this article in accordance with NATO requirements after reaching full operational capability.

The acquisition of this particular aircraft restores a number of capability goals that were temporarily lost with the retiring of the An-26 aircraft and provides new ones that we have never had before. As a result, Hungary will have some of the most modern intra-theatre transport capabilities in the Central European region.

BIBLIOGRAPHY

- [1] Joint Air Power Competence Centre, „NATO Air Transport Capability”, August 2011.;
- [2] STANAG 3700 (Ed. 7) Allied Joint Doctrine for Air and Space Operations – AJP-3.3 (A);
- [3] Draveczi-Ury Ádám. „KC-390-es hadszíntéri szállító repülőgépeket vásárol a Magyar Honvédség” 2020. november 17. <https://honvedelem.hu/hirek/kc-390-es-hadszinteri-szallito-repulogeteket-vasarol-a-magyar-honvedseg.html> (Letöltés: 2021.3.10.);
- [4] STANAG 7166 (Ed. 1) Air Forces Logistic Doctrine and Procedures – ALP-4.3 (ALP-13).

NOTES

- 1 Hereinafter: Zrínyi Program.
- 2 Hereinafter: HDF.
- 3 Transzportnij (in Russian) – transport version (not usually marked, because it is also a transport aircraft according to its basic purpose)
- 4 The An-26 medium transport aircraft is primarily suitable for tactical (short-range) transport.
- 5 AIREVAC – Aero-Medical Evacuation.
- 6 More about the agreement: <http://aviatika.rkk.hu/openskies.html>.
- 7 In 2004, with the 4 An-26s kept in the system, it was becoming increasingly difficult to meet the transport demands of foreign missions, therefore the aircraft with page 110 was purchased from Ukraine.
- 8 Estimation of maintenance personnel. Exact data is not available because all documentation for the airplane first purchased and then withdrawn was previously destroyed.
- 9 In the case of the Airbus A319, with the on-board integration of a PTU (Patient Transport Unit), the capability is temporarily available with limitations.
- 10 Multiengine Course.
- 11 Joint Operations Area.
- 12 According to the NATO Bi-SC Agreed Capability Statements (dated 16 April 2008).
- 13 Directional Infrared Countermeasure.
- 14 High Altitude High Operating; High Altitude Low Operating.
- 15 Continuous Computed Drop Point.
- 16 Disaster Evacuation Module.
- 17 Medical Evacuation with ICU.
- 18 Intensive Care Unit.
- 19 Patient Transport Unit.
- 20 Air-to-air refuelling.
- 21 Night Vision Imaging System.
- 22 Full Flight Simulator.
- 23 Capability building is not currently planned; it is recommended to implement it in the users group cooperation.
- 24 The capability does not appear on the Hungarian version.

Dr. Kiss Álmós Péter* – Dr. Kiss Roland** – Vecsey Mariann***

Az Oroszországi Föderáció baltikumi A2/AD képességeinek és a NATO válaszlépéseinek elemzése

I. rész

BEVEZETÉS

A Svéd Védelmi Kutatóintézet (Totalförsvarets Forskningsinstitut – FOI) 2019. márciusban és 2020. júniusban kiadott két tanulmánykötete, a „*Bursting the Bubble – Understanding the Full Spectrum of the Russian A2AD Threat and Identifying Strategies for Counteraction*”[1], valamint a „*Beyond Bursting the Bubble – Russian A2AD in the Baltic Sea Region: Capabilities, Countermeasures, and Implications*”[2], a kalinyingrádi orosz exklávéba telepített katonai erőket és a hozzáférést gátló/területmegtagadó képességeket vizsgálta Svédország és a NATO viszonylatában. A kutatás középpontjában az állt, hogy az orosz katonai képességek mennyiben lennének alkalmasak az ellenérdekelt erők felvonulásának, erőkivetítésének,

illetve manővereinek korlátozására és megakadályozására. Az elemzések kitértek arra is, hogy egy esetleges konfliktushelyzetben az orosz haderő domináns jelenléte mennyiben érinti a három balti állam (Észtország, Lettország és Litvánia) saját védelmi képességét és a NATO részéről történő védhetőségét, valamint a Balti-tengeren a nemzetközi és parti vizek, illetve a légtér használatát. A tanulmány első része – a svéd tanulmánykötetek megállapításai alapján – az orosz integrált légvédelem képességeit mutatja be.

Az A2/AD (Anti-Access/Area Denial – hozzáférést gátló/területmegtagadó) fogalom a 2000-es évek elején jelent meg az amerikai szakirodalomban. A hozzáférést gátló képességek az ellenséges erők hadszíntérhez történő hozzáférést és felvonulását gátolják meg, míg a területmegtagadás azt jelenti, hogy amennyiben a hozzáférést nem sikerül megakadályozni, úgy a hadszíntéren belül zavarják és akadályozzák az ellenség műveleteit és manővereit. Az A2/AD rendszerek korlátozzák az ellenséges légi és tengeri erők hadműveleti és harcászati szabadságát, és fenyegetik a műveleti terület vagy akár a hátszág logisztikai raktárait és utánpótlási vonalait. Ugyanakkor nemcsak korlátozzák az ellenség képességeit, de védőernyőt is alkotnak a saját erők fölött, és hozzájárulnak a saját műveletek sikeréhez. A svéd tanulmányok szerzői leszögeztek, hogy nincs tudomásuk arról, hogy az orosz haderőben (Oroszországi Föderáció Fegyveres Erői – Вооружённые Силы Российской Федерации) létezne olyan stratégia vagy doktrína, amely kifejezetten hozzáférést gátló/területmegtagadó célokat tűzne ki, ugyanakkor Oroszország rendelkezik olyan képességekkel, amelyek a nyugati terminológia szerint megfelelnek az A2/AD rendszereknek; jelen cikk szerzői is ezt a terminológiát használják. [1; 22–23. o.]

1. ábra. A Nebo-M radarrendszer nagy valószínűséggel képes felderíteni az alacsony észlelhetőségű harci gépeket, illetve képes célinformációkat biztosítani az Sz-300-as és az Sz-400-as űtegek számára [6]



ÖSSZEFOGLALÁS: A Svéd Védelmi Kutatóintézet által 2019-ben és 2020-ban kiadott két tanulmánykötet szerzői azt vizsgálták, hogy a kalinyingrádi orosz exklávéba telepített A2/AD képességek hogyan hatnak a három balti NATO-tagállam (Észtország, Lettország és Litvánia) védelmére, illetve a Balti-tenger szabad használatára. Jelen írás a két tanulmánykötet megállapításait mutatja be, elemzi és egészíti ki.

KULCSSZAVAK: A2/AD, Baltikum, NATO, Oroszország, területvédelem

ABSTRACT: The Totalförsvarets Forskningsinstitut of Sweden published two books in 2019 and 2020, which analysed the effects of the A2AD capabilities of the Russian Federation, installed in Kaliningrad Oblast, on the defence of the three NATO allies (Estonia, Latvia and Lithuania) in the Baltics, and the free use of the Baltic Sea. This article introduces, analyses, and complements the findings of the books.

KEY WORDS: A2AD, Baltics, NATO, Russian Federation, territorial defence

* Főtanácsos MH Transzformációs Parancsnokság Honvéd Tudományos Kutatóhely, kutató ORCID: 0000-0002-0662-5381

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

*** Százados, MH Transzformációs Parancsnokság Honvéd Tudományos Kutatóhely, kutató, NKE Hadtudományi Doktori Iskola, doktorandusz. ORCID: 0000-0001-7134-3666

MŰVELETI DILEMMA

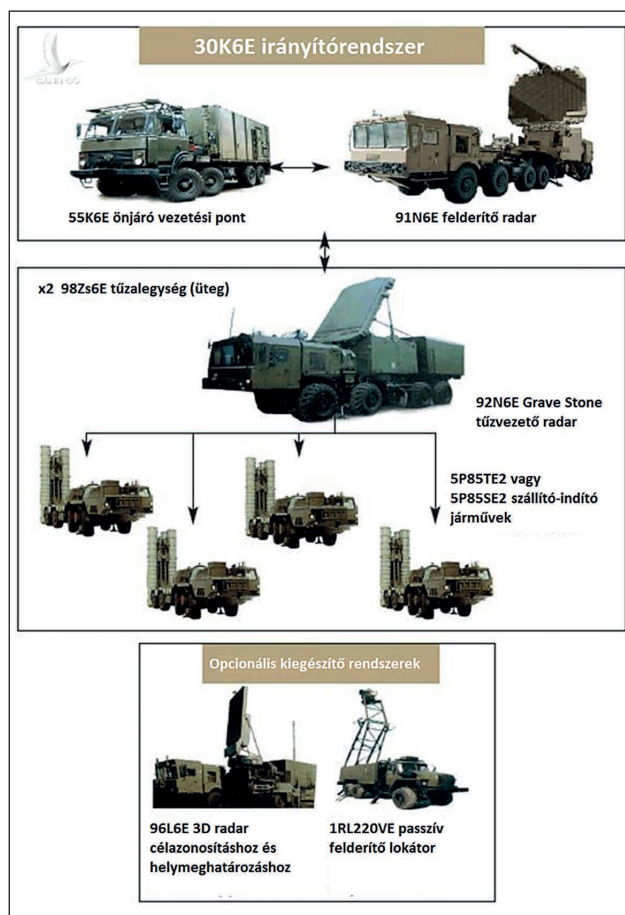
A nyugati hatalmaknak az elmúlt negyedszázadban tapasztalt légi és haditengerészeti műveleti térben élvezett korlátlan fölényük, valamint az általánossá vált irreguláris kihívások miatt elhanyagolták a hagyományos értelemben vett ellenséggel folytatott küzdelemhez szükséges képességeket. Ezért a meglévő rendszereik napjainkra elavultak, és gyakran nem fordítottak kellő anyagi forrást új, vagy modernizált felszerelésre. [1; 45–46. o.] Ez a helyzet csak az elmúlt évtizedben kezdett megváltozni, ám a technológiai olló addigra látványosan zárult a nyugati és a felemelkedő hatalmak között.

Ezért a nyugati erők nem számíthatnak arra, hogy technológiai előnyeik meghatározóak lesznek a jövő konfliktusaiban, és ez a tény jelentős kockázatot hordoz egy velük egyenrangú, vagy közel egyenrangú (*peer or near-peer*) ellenféllel vívott háborúban. Ugyanis az elmúlt időszakban a nyugati érdekekkel szembenálló országok tudatosan fejlesztettek olyan képességeket, amelyek révén a nyugati műveletek szempontjából kulcsfontosságú képességeket tudják támadni vagy semlegesíteni, általában valamilyen aszimmetrikus eljárással. A céljuk valamennyi műveleti térben (szárazföld, tenger, légtér, kibertér, világűr) meggátolni az ellenség műveleteinek hatékony végrehajtását. Ehhez felhasználnak változatos mozgó és statikus eszközöket. Bár ezek az országok – többek között Oroszország, Kína és Irán – nem rendelkeznek a nyugati hatalmakhoz hasonló fejlett haditengerészeti vagy légierőkkel (Kína, saját haderejének folyamatos fejlesztése miatt egyre jelentősebb erőt képvisel), alternatív megoldásokkal meg tudják akadályozni, hogy az ellenség, saját erőit maximális hatékonysággal és az általa preferált módon legyen képes alkalmazni. [2; 109–112. o.]

A KALINYINGRÁDI „BUBORÉK” – INTEGRÁLT LÉGVÉDELEM

A NATO északi szárnyának védelme a Krím-félsziget annexiója után értékelődött fel újra, mivel Lengyelország, Litvánia, Lettország és Észtország hagyományos és nem hagyományos katonai értelemben is fenyegetve érzi magát Oroszországtól. E fenyegetettséget csak erősíti, hogy ezek az országok olyan orosz területekkel határosak, ahol jelentős katonai erők állomásoznak. A négy állam Moszkvával való kapcsolata történelmileg külön-külön is terhelt. Svédország, amely ugyancsak fenyegetésként tekint Oroszországra, szintén érintett a Balti-tengerrel kapcsolatos globális

2. ábra. Az Sz-400 (NATO kód: SA-21 Growler) napjaink legkorszerűbb légvédelmi rendszerei közé tartozik. A legújabb 40N6-os rakéták alkalmazásával maximális hatótávolsága eléri a 400 km-t [4]



3. ábra. Az Sz-400 osztály felépítése. Az osztály irányítását a 30K6E irányítórendszer végzi, amely az 55K6E önjáró vezetési pontból, illetve a 91N6E radarból áll (A szerzők szerkesztése az [5] alapján)

lis közös terekhez való hozzáférés problémájában. A tanulmánykötetek szerzői ezzel kapcsolatban sorra veszik a kalinyingrádi területre telepített orosz A2/AD képességeket, amelyekkel – egy konfliktus esetén – az orosz haderő képes lehet a Balti-tenger vízi és légi útjainak, valamint a fenti négy állam szárazföldi területeinek, sőt néhány svéd sziget fenyegetésére is. [1; 9. o.]

Az A2/AD rendszerek vizsgálata során a tanulmányok elsősorban a különböző rakétarendszerekre koncentrálnak, közülük is kiemelve a nagy hatótávolságú típusokat. Ezek között felszín-levegő (légvédelmi), felszín-felszín, ballisztikusrakéta- és robotrepülőgép-rendszerek is vannak.

Az orosz A2/AD rendszer egyik legfontosabb összetevője a légvédelem, amely földi telepítésű (föld-levegő szegmens) részében Oroszország hagyományosan komoly erőt képvisel. Ez a tény komoly kihívást jelenthet a légierőre nagymértékben támaszkodó NATO-erők számára. A nagy hatótávolságú légvédelmi rendszerek közül az orosz haderő az Sz-300PSz/V4 és Sz-400 típusokat telepítette Kalinyingrádba, két légvédelmi rakétaezredbe szervezve, összesen hat osztályt. (2. ábra)

Ezek közül az Sz-400-as rendszer (3. ábra) a legmodernebb, amelynek két osztálya állomásozik a térségben. Az Sz-400-as komplexumok képesek a 2018-ban hadrendbe állított 40N6-os rakéták indítására. A harcserzők maximális hatótávolsága eléri a 400 km-t, és a maguk kategóriájában, napjaink legkorszerűbb eszközei közé tartoznak. Az Sz-400-as rendszer képes a régebbi 48N6 rakéták al-

kalmazására is. Ez utóbbi típus hatótávolsága 200–250 km, amely lefedi Lengyelország, Litvánia és Lettország légterének egy jelentős szeletét. Rendszerben tartják még a 9M96-os rakétákat is, amelyek – változattól függően – csupán 40–120 km hatótávolságúak, de mivel ballisztikus rakéták ellen is bevetethetők, alkalmazásuk során általában a rövidebb hatótávolság is elegendő. Rövid hatótávolságuk ellenére kijelenthető, hogy a kategóriában a 9M96 kiemelkedő teljesítménnyel rendelkezik. A 9M96-ost – középhatótávolságú eszközként – az üteg önvédelmére is alkalmazzák. Mindemellett rendszerben van a régebbi Sz-300-as rendszer is, amely ugyancsak alkalmaz 48N6-os rakétákat.

Egy szállító-indítójármű 4 db nagy méretű (pl. 48N6) vagy 16 db kis méretű (9M96) rakéta hordozására képes. Az Sz-400-as rendszert követő Sz-500-as komplexum prototípusával 2018-ban sikeresen hajtottak végre éleslövészetet 500 km-es távolságban lévő célok ellen. A tesztelés azóta befejeződött, az Sz-500-as, egyes információk szerint már rendszeresítésre is került. A terület stratégiai fontossága miatt pedig feltehetően az utód típus is megjelenik majd a kalinyingrádi exklávéban, illetve a Krímben is. [1; 27–32. o.]

Ugyanakkor a földi telepítésű légvédelmi rendszerek hatékonyságát jelentősen korlátozza a Föld görbülete, amely miatt a földközeli és kis magasságon repülő légi célok elleni felderítési távolság, még ideális sík terep esetén is sokkal kisebb. A földfelszíni radarok felderítési távolsága földközeli tevékenykedő repülő eszközökkel szemben csupán 25–30 km. [1; 29. o.] Pontosan ezért a légvédelmi rendszer része a 40V6M típusú felderítőradar is, amelynek két változata 23, illetve 38 m magasra emelhető. Az észlelési távolság nagyban függ a célpont jellegétől is. Emiatt az orosz haderő is eleve több felderítési forrást használ. [2; 30. o.] A Podsolnukh-E horizonton túli radarrendszer alkalmas a távoli célfelderítésre, azonban különbséget kell tenni a felderítés, illetve az azonosítás és a követés között. A nagy hatótávolságú radarok jellemzően csak az elsőre képesek, a tűzvezetéshez pontosabb eszközök szükségesek. Másik lehetséges forrás a Beriev A-50 orosz AEW&C – Airborne Early Warning & Control (korai előrejelző és légi irányító repülőgép, NATO-kódja: Mainstay), amely nagy távolságokban képes célfelderítésre. A horizonton túli felderítő és tűzvezető képességek fejlesztésére Oroszország drónok és új A-100 AEW&C gépek rendszeresítését tervezi. Emellett az Sz-300-as és Sz-400-as ütegek saját rendszerű radarjaik mellett egyéb felderítő forrásokat is alkalmaznak, pl. a Nebo-M radarrendszertől¹ kapott információkat is. (1. ábra)

A radarrendszert más légvédelmi egységek, például a Buk-M2 típusú középhatótávolságú ütegek is elláthatják céladatokkal, ezáltal a szétszórta földrajzi telepítés révén áthidalható a fenti probléma. [2; 31. o.]

Bár a földi radarok felderítési távolsága a kis magasságon repülő célokkal szemben valóban sokkal kisebb, de ilyen esetben a támadó gép sem tudja kihasználni fegyverei maximális hatótávolságát, továbbá ilyen repülési profilnál a hordozható hasznos teher vagy a hatótávolság is kisebb. [2; 30–31. o.]

Az integrált légvédelmet az Sz-300/400 komplexumok mellett más, különböző hatótávolságú és feladatú rendszerek alkotják. A szárazföldi erők zászlóalj-harccsoportokba szervezett, rövid és közepes hatótávolságú önjáró légvédelmi rendszereket alkalmaznak. Ilyenek a BUK-M2, a Tor-M2 és a Pantsir-S2. Az utóbbi kettő rövid hatótávolságú rendszer, amelyek pontvédelmi feladatokra közeli, alacsonyan szálló célok ellen, illetve robotrepülőgép támadások elhárítására alkalmasak. [2; 24–25. o.]



4. ábra. A Buk-M2 közepes hatótávolságú rendszert a légvédelmi erők és a szárazföldi erők csapatlégvédelme is alkalmazza [7]

A közepes hatótávolságú BUK-M2 (4. ábra) 50 km hatótávolságig terjedő, nagy magassági tartományt is elérő megsemmisítési zónájával az integrált légvédelem egyik rendkívül fontos eleme, amelyet a légvédelmi erők mellett a szárazföldi erők csapatlégvédelme is alkalmaz. A 9S18M1 típusú felderítő- és célmegjelölő lokátorállomás, illetve a kitolható árbócra telepített – és ezért alacsonyan repülő légi célok ellen is hatékony – 9S36 típusú lokátor minden ütegben megtalálható. Minden önjáró indítójármű saját célkövető és célmegjelölő radarral is rendelkezik, amely lehetővé teszi, hogy az üteg egyszerre több cél ellen tevékenykedjen, és biztosítja az üteg korlátozott működését akkor is, ha a másik két lokátorrendszer megsemmisült. A BUK-M2 légvédelmi rakétakomplexum legújabb változatának önjáró indítójárművei ugyanazzal a 9S36 típusú radarral rendelkeznek, amely az üteg-harcálláspont tűzvezetését biztosító elemeinél is megtalálható. Ez egyben növeli a légvédelmi rendszer ellenálló képességét, mert az eszközök nehezebb lefogni vagy pusztítani, illetve harcképességet is jobban megőrzi. [2; 26–27. o.]

A rávezetési távolságot a lokátor látótere behatárolja ugyan, a hagyományos vadásziparrepülőgép méretű célok ellen azonban a 9S36 hatáson felderítőtávolsága meghaladhatja a 100 km-t is. Ez azt jelenti, hogy amíg az adott területen akár egyetlen működésképes indítójármű is tevékenykedik, addig az képes rávezetési információkat küldeni a legközelebbi nagy hatótávolságú Sz-300V4 és Sz-400 rendszereknek is. A BUK-M2 rendszereket telepítve, és a manővercsoportok részeként is alkalmazzák. A 4600 m alatti repülési magasságban pedig a Pantsir és Tor ütegek mellett a vállról indítható légvédelmi rendszerek tüze is fenyegeti az ellenség repülőeszközeit. Oroszország a Pantsir-S1 komplexumokból például légvédelmi tartalékokhoz létre, hogy szükség esetén gyorsan megerősíthessék a stratégiai fontosságú létesítmények és rendszerek védelmét, többek között az Sz-400 ütegeket is. [3] Az oroszok az utóbbi évtizedekben radikálisan átalakították a légvédelmi rendszerüket, nőtt a rendszerek mobilitása és önállósága, illetve egymást átfedő és kiegészítő képességeket alakítottak ki, több rétegű védelemmel, amely révén annak nem csupán a hatékonysága, de a túlélőképessége is pozitívan változott. [8]

A svéd tanulmányok rendkívül kritikusak az orosz légvédelem képességeivel kapcsolatban, több helyen Szíriát hozták példaként az orosz rendszerek sebezhetőségére, [1; 80–84, 85–93. o.] amely félrevezető információ, mert



Szíriában az orosz, amerikai és izraeli erők kényszerben állnak arra, hogy egymással ne kerüljenek szembe, és csak a másik proxy erőit támadják. Az izraeliek által megsemmisített légvédelmi rendszerek a szír kormányerőkhöz tartoztak és nem orosz személyzet kezelte őket. Jelen ismereteink szerint az orosz légvédelem sem amerikai, sem izraeli repülőeszközökre nem nyitott tüzet, illetve ilyen eset fordítva sem történt. Emellett a svéd tanulmányok szerzői elmulasztják az A2/AD képességek rendszerben való tárgyalását, amelynek hiányában a szakemberek, illetve olvasók nem kapnak teljes körű tájékoztatást. A valóságban az Sz-400-as rendszert több, korábban már ismertetett rövid- és középtávú légvédelmi rendszer egészíti ki, amelyek egyben a nagyobb rakétákat is védik, illetve vadászgépek, amelyek további földi, tengerészeti és légi lokátor információi segítenek. A svéd szerzők elemzéseiben az orosz légvédelmi rendszer egy-egy hiányosságának kiragadása és hangsúlyozása nem segíti az érdeklődőt a valós helyzetkép kialakításában.

Az orosz technológiai fejlettség több területen ugyan lemaradásban van a nyugatihoz képest, ennek ellenére rendelkezésre álló eszközeikkel sokszor alternatív megoldásokat is sikeresen alkalmaznak bizonyos problémák áthidalására. A nyugatihoz képest fejletlen adattovábbítási képesség az Oroszország elleni, az Európai Unió által 2014-ben bevezetett gazdasági szankciókból fakadó technológiai lemaradásból adódik. Ez azonban azt eredményezte, hogy olyan alternatív kommunikációs csatornákat is alkalmaznak, mint a műholdas kommunikáció, a 4G-s vagy 5G-s mobilhálózatok, a Wi-Fi hálózatok, vagy a felhőalapú számítástechnika. Így amíg e rendszerek Oroszország területén működnek, több kommunikációs lehetőség biztosított a légvédelem számára is, vagyis képesek megőrizni harcképességüket. [2; 33. o.]

HAJÓK ELLENI ÉS CSAPÁSMÉRŐ ESZKÖZÖK

A kalinyingrádi térségben különböző föld-föld osztályú rakétákat is telepítettek. A szárazföldi célpontok ellen használható Iszkander-M (450–700 km), és Iszkander-K (500 km) ballisztikusrakéta-rendszerek, valamint 3M14 (szárazföldi csapásmérő), és 3M54 Kalibr (hajó elleni) (1650 km) robotrepülőgépek (szárnyas rakéták) állnak rendelkezésre, amelyekkel az orosz erők képesek támadásokat végrehajtani a térségbeli felszíni haditengerészeti egységek, légi bázisok és logisztikai bázisok ellen. A robotrepülőgépeket (amelyek hagyományos és nukleáris robbanófejjel is szerelhetők) indíthatják parti telepítésű ütegekről, repülőgépekről, hajókról és tengeralttjárókról.

5. ábra. Kalinyingrád területére szárazföldi csapásmérő, valamint hajó elleni rakétákat is telepítettek [9]



6. ábra. A Bastion-P rendszer a P-800-as hajó elleni rakétát alkalmazza, amely kis magasságon a tenger felett, nagy sebességgel (2,5 Mach) akár 300 km-es hatótávolságban is képes elérni célját [11]

Az Iszkander-M egyik módosított változata a 2018-ban rendszerbe állított KH-47M2 Kinzsál, amely egy átalakított MiG-31K vadászgépről indítható ballisztikus rakéta. Az Iszkander-M rakétát a jövőben tengerészeti célpontok ellen kívánják bevetni. A harceszköz alkalmazásához inerciális, valamint a GLONASS navigációs rendszert rendszeresítik, amely révén mozgó célpontokat (pl. hadihajót) is képesek eltalálni. [3] A hajó elleni ballisztikus rakéta nem új keletű, Kína és Irán is rendelkezik ilyen eszközzel, amelynek hatótávolsága általában nagyobb, mint a robotrepülőgépeké. Természetesen az ellenük történő védekezés is komoly kihívást jelent.

Az említett rakétarendszerek alkalmazása esetén a felderítő és a tűzvezető képességek is bizonyos korlátokkal rendelkeznek, ezért egyidejűleg külső felderítő- és célmegjelölő rendszerek használata is szükséges. Ilyen eszközök többek között a Monolit-B radarrendszer, a Kamov Ka-31 helikopterek vagy a Suhoj Szu-24MR és az Iljusin Il-38 felderítőgépek. Mindezek mellett az orosz haderő jelenleg műholdak, a jövőben pedig drónok segítségével tudja támogatni a célfelderítést. A rakétákat fejlett keresőrendszerekkel szerelik fel, amelyek révén képesek a célpontokat saját radarjukkal felderíteni, vagy az ellenség jelkibocsátását követni. [10]

Partvédelmi célokra rendelkezésre áll az önjáró Bastion-P (6. ábra) és a Bal rendszer is. A Bastion-P, 300 km távolságig a nagyobb felszíni egységeket képes fenyegetni. Az eszközökhöz rendszeresített P-800-as rakéta 2,5 Mach elérésére képes, illetve a végső megközelítési szakaszban kis magasságon, a tenger felett repül, amely nagyon megnehezíti az ellene történő védelmet. A Bal kisebb, Kh-35-ös rakétáinak hatótávolsága 130 km, az újabb verziók hatótávolságát azonban jelentősen – közel a duplájára – emelték. Mindkét rakétát felszerelték aktív keresőfejjel, így a céltárgy megközelítésének végső szakaszában önállóan azonosítják a célokat, nincs szükség külső forrásból történő megvilágításra. A harceszközök ezzel a technikai megoldással képesek „fire-and-forget” módban működni. [1; 32–35., 56. o.]

A partvédelmet is számos harcászati eszköz és elem alkotja. Tengeralttjárók, kisebb felszíni partvédők, és nagyobb hajóegységek, haditengerészeti bombázók, csapásmérő eszközök, valamint parti telepítésű hajó elleni rakéták biztosítják a védelmet, amelyet a fenti rendszerek érzékelőin túl, egy komplex felderítőrendszer egészít ki. További fontos alkotóelemet jelentenek az aknák, amelyek máig a leghatékonyabb tengerészeti eszközök közé tartoz-



7. ábra. A Balti Flotta egyetlen KILO osztályú tengeralattjárója is veszélyes ellenfél lehet [12]

nak. [1; 32–36, 43–44. o.] Az A2/AD rendszer lényege pontosan az, hogy egymást átfedő és kiegészítő alrendszerekből áll, amelyek légi, tengerészeti és szárazföldi támadásokkal szemben is komoly védelmi potenciált és ellenállóképeséget jelentenek. Ez pedig már egy sokkal komplexebb problémakör elé állítja az ellenséges légi, tengeri és szárazföldi erőket. A tanulmány szerzőinek állásfoglalásában az összetett védelmi rendszer egy-egy gyenge pontjának kiragadása, és az alapján az orosz képességek alulértékelése nem csupán félrevezeti az olvasót, hanem az objektív elemzéstől is távol áll.

Említésre méltó, hogy az Orosz Haditengerészet Balti Flottájának parancsnoksága is a Kalinyingrádhoz tartozó területen helyezkedik el, illetve ide települt erőik is jelentősek. A flotta tagja jelenleg egy KILO osztályú dízel-elektromos tengeralattjáró (7. ábra), egy romboló és 6 db fregatt, további 29 db partvédő naszáddal. A flotta légierője Szuhoj Szu-27 vadászokkal, valamint Szuhoj Szu-24M és Szuhoj Szu-30SzM (8. ábra) vadászbombázókkal szintén hozzájárulhat az A2/AD feladatokhoz. [13] Emellett jelentős erők gondoskodnak a terület védelméről, két gépesített lövész- és egy tengerészgyalogos lövészbandárral.

8. ábra. A Balti Flotta légierőjében Szu-30SzM többfeladatú vadászbombázók is találhatóak. Ezek a repülőgépek a légvédelemmel együttműködve defenzív légifőlény-feladatokra is alkalmasak. [14]



9. ábra. Az orosz tervekben az ellenség stratégiai létesítményei, rendszerei és kommunikációs vonalai elleni csapásokban a különleges műveleti erők is fontos szerepet kapnak [15]

A rakéták, a radarok, a harci repülőgépek és egyéb eszközök összegyűjtése egy körzetben még nem A2/AD képesség: azt az alkotóelemeket egységbe foglaló doktrína valósítja meg. Bár az orosz haderő nem rendelkezik A2/AD doktrínával vagy stratégiával, egyes elemei – többek között a Kalinyingrádba telepített erők is – központi doktrína nélkül is létrehozták e képességet. A hozzáférést gátló/terület-megtagadó képességek birtokában azonban Oroszország valószínűsíthetően nem törekszik a Balti államok blokkolására és lerohanására, annak ellenére sem, ha arra bizonyos mértékig képes lenne. [2; 203. o.]

A nyugati elemzők gyakran arra a talán téves következtetésre jutnak, hogy ezeket a képességeket az oroszok egy-egy amerikai vagy NATO-képesség ellensúlyozása érdekében hozták létre. Michael Kofman szerint az orosz rendszer célja ezzel szemben az, hogy felfogja és semlegesítse az amerikai csapásmérő képességet, azáltal, hogy offenzív és defenzív műveleteken keresztül elpusztítja az ellenség nagy értékű eszközeit, a műveletek folytatásához nélkülözhetetlen katonai és gazdasági létesítményeit, valamint a vezetés-irányítási rendszer elleni támadásokkal szétzilálja a műveleteit. (9. ábra)



Oroszország eleve abból a feltételezésből indul ki, hogy egy külső támadás esetén az Amerikai Egyesült Államok lesz az agresszor, így a felvonulását nem tudja majd meggátolni, mivel az eleve békeidőben történik. Emiatt inkább a kezdeti támadás hatékonyságát igyekszik csökkenteni. Ebből adódóan bár taktikai szinten megállja a helyét az orosz „A2/AD buborék”, hadműveleti és stratégiai szinten már nem feltétlenül. [16] Hozzá kell tennünk, hogy a támadás elleni hatásos védekezés elsősorban légvédelmi és szárazföldi szempontból igaz, a haditengerészeti viszonylatban azonban kevésbé.

A balti országok szempontjából ezek a képességek tekinthetők elrettentésnek is, amely révén növelik az Oroszország elleni konfliktus kiadásait. Nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy Kalinyingrád stratégiai fontosságú terület, egész évben jégmentes kikötővel, amely egyben előretolt bástya is a NATO felé, amely ellátása is csak a levegőből és a tengeren biztosítható. [1; 50. o.] E szempontból pedig a védelme is nagyon erős. Stratégiai szempontból pedig az olyan területek, mint Kalinyingrád és a Krim nem hagyhatók figyelmen kívül egy európai háború esetén. Az ide csoportosított haderő képes értékes erőket lekötni és súlyos veszteségeket okozni, mi több innen pusztíthatók az ellenség stratégiai fontosságú létesítményei és eszközei is, mindez pedig késlelteti az anyaország stratégiai létesítményei elleni hagyományos támadásokat is.

ÖSSZEGZÉS

A tanulmányban bemutatott kalinyingrádi területre telepített orosz erők és fegyverrendszerek együttesen alkotják az orosz integrált A2/AD rendszert. Ez alkalmas lehet offenzív A2/AD feladatok végrehajtására, amely háborús helyzet esetén képes jelentősen korlátozni a NATO-erők felvonulását és műveleteinek folytatását. Ennek ellenére az ide telepített rendszerek elsődleges feladata nagy valószínűséggel nem területszerző műveletek támogatása, hanem az elrettentés. Ennek legfőbb oka, hogy a kalinyingrádi exklávé Oroszország szempontjából stratégiai fontosságú terület, amelynek védelme különösen nagy kihívás elé állítja Oroszországot. Másodlagos feladata, aktív háborús események bekövetkezése esetén az aktív védelem, az ellenséges erők felőrlése és az ország magterülete ellen irányuló műveletek késleltetése. Ennek érdekében a légvédelem feladata a létfontosságú létesítmények védelme, a minél nagyobb ellenállóképesség biztosítása a kezdeti légicsapások ellen, valamint az ellenség erőinek, különösen pedig a stratégiai rendszerek (pl. AWACS, JSTARS, HALE UAV-ok és tankerek) megtizedelése. Ehhez többreütő, komplex felderítőrendszerrel kiegészített védelem kiépítésére volt szükség, amely rendelkezik olyan nagy hatótávolságú eszközökkel, amelyek képesek lehetnek nagy távolságból fenyegetni az ellenséges légi, felszíni tengerészeti és szárazföldi erőket, valamint a kommunikációs vonalakat és légi, illetve logisztikai bázisokat. A feladatrendszerhez tartoznak csapásmérő feladatok is az ellenség azon képességei ellen, amelyek kritikus fontosságúak a harc megvívásához.

(Folytatjuk)

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Dalsjö, Robert – Berglund, Christofer – Jonsson, Michael, *Bursting the Bubble – Understanding the Full Spectrum of the Russian A2AD Threat and*

Identifying Strategies for Counteraction, Stockholm: FOI, 2019, <https://www.foi.se/rest-api/report/FOI-R--4651--SE> (Letöltve: 2021.4.20.);

- [2] Dalsjö, Robert – Jonsson, Michael (ed.), *Beyond Bursting the Bubble – Russian A2AD in the Baltic Sea Region: Capabilities, Countermeasures, and Implications*, Stockholm: FOI, 2020, <https://www.foi.se/rest-api/report/FOI-R--4991--SE> (Letöltve: 2021.4.20.);
- [3] Lavrov, Anton – Kretsul, Roman, Искандеры» не дают добро: новые ракетные комплексы защитят побережье России; <https://iz.ru/1040269/antonlavrov-roman-kretsul/iskandery-ne-daiut-dobro-novye-raketnye-kompleksy-zashchitiat-poberezhe-rossii>; (Letöltve: 2021.1.26.);
- [4] Forrás: Sputnik News https://cdn1.img.sputniknews.com/img/106072/60/1060726084_0:159:3076:1889_1200x0_80_0_1_9525bfd5b3fe661e29d23d80422c4cb6.jpg (Letöltve: 2021.4.20.);
- [5] Forrás: <https://cdn.canhco.net/files/2013/06/ten-lua-s400-hien-dai-2.jpg> (Letöltve: 2021.4.20.);
- [6] Forrás: <https://www.deagel.com/library/md/2018/m02018062400002.jpg> (Letöltve: 2021.4.20.);
- [7] Forrás: <https://i.pinimg.com/originals/50/41/49/50414945444b4db6a5b1eca53dd173fc.png> (Letöltve: 2021.4.20.);
- [8] Stueck, Matthew P., „Kaliningrad trap – reconciling airpower theory with peer competitors” School of Advanced Air and Space Studies - Air University, Maxwell Air Force Base; 2018, 45.p.;
- [9] Forrás: <https://missilethreat.csis.org/wp-content/uploads/2017/04/Pantsyr.jpg> (Letöltve: 2021.4.20.);
- [10] Kofman, Michael, „Russian Maritime ‘A2AD’-Strengths and weaknesses” <https://russianmilitaryanalysis.wordpress.com/2020/01/29/russian-maritime-a2-ad-strengths-and-weaknesses> (Letöltve: 2021.3.3.);
- [11] Forrás: <https://www.navalnews.com/wp-content/uploads/2020/04/Russia's-Bastion-Missile-Systems-Pass-Winter-Tests-in-the-Arctic.jpg> (Letöltve: 2021.4.20.);
- [12] Forrás: <https://www.itamilradar.com/wp-content/uploads/2019/12/877.jpg> (Letöltve: 2021.4.20.);
- [13] *The Military Balance 2020*, IISS, 2020, 203.p.;
- [14] Forrás: <https://i.redd.it/4rs7ve5w5cu31.jpg> (Letöltve: 2021.4.20.);
- [15] Forrás: <https://russianfleetanalysis.blogspot.com/2020/11/russian-naval-infantry-november-2020.html> (Letöltve: 2021.4.20.);
- [16] Kofman, Michael, „It's time to talk about A2AD: rethinking the Russian military challenge” <https://warontherocks.com/2019/09/its-time-to-talk-about-a2-ad-rethinking-the-russian-military-challenge> (Letöltve: 2021.3.5.).

JEGYZETEK

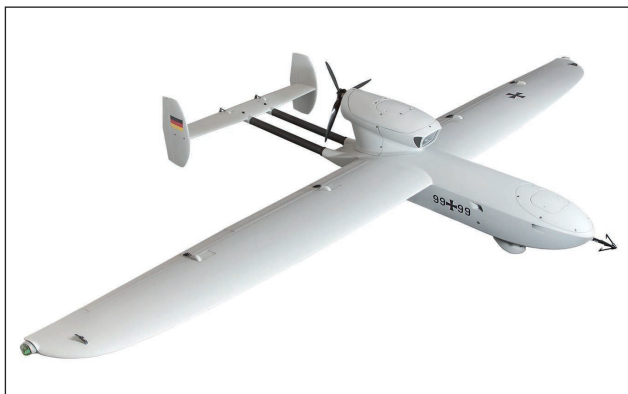
- 1 A Nebo-M egy korszerű felderítőradar, amely alkalmas ballisztikus rakéták követésére, illetve lopakodó technológiájú gépek felderítésére is. A célinformációkat képes a szárazföldi telepítésű légvédelmi vagy a haditengerészeti egységeknek továbbítani. „A hiperszonikus pillantású Nebo-M, a szuperradar.” <https://www.haborumuveszete.hu/egyeb-hirek/6170-a-hiperszonikus-pillantasu-nebo8211m-a-szuperradar>; Letöltve: 2020.12.4.

Vincze Gyula*

A HUSAR pilóta nélküli felderítő- és célmegjelölő rendszer

A pilóta nélküli repülés története szorosan összekapcsolódik a katonai fejlesztésekkel. Sok esetben a katonai szembenállás, a kirobbant háborúk és a fegyveres konfliktusok voltak a mozgatórugói a pilóta nélküli repüléssel kapcsolatos kutatás-fejlesztéseknek. A hidegháború idején, számos technikai fejlesztést követően az egyes országok már felderítő- és megfigyelő eszközként is alkalmazták az UAV-kat (Unmanned Aerial Vehicle – pilóta nélküli légi jármű). A későbbi korok helyi háborúi és fegyveres konfliktusai során az UAV bizonyította létjogosultságát. A drónfejlesztés az 1980-as és '90-es években indult igazán rohamos fejlődésnek. Napjainkban már ritkán fordul elő, hogy egy ország fegyveres erejében ne lenne rendszeresítve a pilóta nélküli légi járművek valamelyik típusa. A drónok napjainkra már olyan fejlettségi szintet értek el, amellyel egyes feladatok végrehajtásában hatékonyabban tevékenykednek, mint a hagyományos repülőgépek. Alkalmazásuk során a személyzet élete és egészsége sem kerül veszélybe. Az egyhangú és hosszú küldetésekre, mint például a stratégiai légi felderítésre jellemző, hogy az idő múltával, a hosszú időtartamú bevetések alatt csökken a személyzet figyelemkoncentrációja, ami veszélyezteti a küldetés végrehajtásának sikerét és a személyzet biztonságát is.

1. ábra. A LUNA NG – a KZO és Luna pilóta nélküli felderítő-repülőgépek váltótípusa [1]



ÖSSZEFOGLALÁS: A Bundeswehr 2027-ig 20 db EMT gyártmányú HUSAR pilóta nélküli felderítő- és célmegjelölő rendszer beszerzését tervezi az előregedő KZO és Luna típusú felderítő drónrendszerek lecserélésére. A LUNA NG nagy teljesítményű, több mint 100 km-es hatósugarú, 30 kg teherbírású motoros repülőgép. Akár 12 órán keresztül képes levegőben tartózkodni. Hasznos teherbírása és élettartama több mint kétszerese a korábbi típusoknak.

KULCSSZAVAK: HUSAR, drónrendszer, EMT, startkatapult, elfogóhálós- és ejtőernyős landolás

ságát is. Az évtizedek során kifejlődött terminológiában az UAV azt a légi járművet jelöli, aminek fedélzetén nincs irányító ember. Az ilyen eszközökre a drone/drón (eredeti jelentése szerint zümmögés) megnevezést is használják. Az UAS – (Unmanned Aircraft System – pilóta nélküli légi rendszer) a pilóta nélküli légi járművön kívül a működését biztosító környezetet – a földi irányítóállomást, a kommunikációs csatornákat, a műszaki felkészítő és karbantartó rendszert, az indító és a visszaérkezést biztosító és magát a rendszert vezérlő, irányító, kiszolgáló embert – is magába foglalja. [8]

A Német Szövetségi Erő (Bundeswehr) légi felderítő-képességének fejlesztéséről szóló drónbeszerzési program a hasznos élettartamuk felső határát megközelítő KZO (Kleinflieger-Zielortung – célmeghatározásra szolgáló kis repülő eszköz) és Luna pilóta nélküli légijármű-rendszereket új HUSAR (Hocheffizientes Unbemanntes System zur Aufklärung mittlerer Reichweite – nagy hatékonyságú, pilóta nélküli, közepes hatótávolságú, felderítőrendszer) felderítő- és célmegjelölő drónrendszerekre tervezi cserélni. A HUSAR rendszer gyártói megnevezése LUNA NG (LUNA Next Generation), fejlesztője a felső-bajorországi EMT¹ (Electro-Mechanical Technologies). A cég felderítő drónokkal látja el a Bundeswehrt, a szövetségi rendőrséget (Bundespolizei) és más stratégiai partnereit. Az EMT több mint 40 éve fejleszt és gyárt moduláris, hasznos teher szállítására alkalmas, merev szárnyú pilóta nélküli felderítőrendszereket, valamint repülésirányító szoftvereket. A drónok hatékonyságát sikeres bevetéseik bizonyítják. A Bundeswehr a korábbi Luna rendszer 2000 óta használja légi felderítéshez Koszovóban, Macedóniában és Afganisztánban, valamint 2016 óta Maliban is. Azóta több mint 9500 feladatot hajtottak végre drónnal. A HUSAR pilóta nélküli felderítőrendszer több mint 100 kilométeres körzetben biztosítja a harcászati információszerezés lehetőségét. Az 5000 méteres szolgálati csúcsmagasság, a 30 kg-os hasznos teher, és a centiméteres képfelbontás (1. táblázat) biztosította felderítési eredmények jelentősen hozzájárulhatnak a harcászati műveletek sikeréhez. [2]

A Bundeswehr 2017 júliusában első lépéseként három HUSAR felderítő drónrendszert, és egy kiképző változatot

ABSTRACT: By 2027, the Bundeswehr plans to procure 20 EMT HUSAR unmanned reconnaissance and targeting systems to replace the aging KZO and Luna reconnaissance drone systems. The LUNA NG is a high-performance powered airplane with a range of more than 100 km and a load capacity of 30 kg. It can stay in the air for up to twelve hours. Its payload and service life are more than double that of previous models.

KEY WORDS: HUSAR, drone system, EMT, start catapult, seine and parachute landing

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

1. táblázat. A HUSAR felderítőrendszer főbb műszaki paraméterei (Az [1] és [6] alapján a szerző szerkesztése)

Méret	Szárnycsávolság 5300 mm; hosszúság 3000 mm; szélesség 5340 mm; magasság 1100 mm.
Tömeg	Felszálló (harci) tömeg 110 kg.
Erőforrás	10 kW teljesítményű, többfajta hajtóanyaggal üzemelő befecskendezéses motor.
Repülési teljesítmény	Felderítő repülési sebesség 90 km/h; maximális sebesség: 150 km/h; szolgálati csúcsmagasság > 5000 m (18 000 ft).
Repülési idő	Hasznos terheléstől és alkalmazási profiltól függően 10–16 h.
Irányítás	Automatikus repülés 3D-s útvonallista szerint, vagy távvezérléssel; a műveleti programok repülés közben módosíthatók; navigáció GPS-en keresztül, vagy a rádiós kapcsolat azimut adatai alapján.
Repüléselektronika	A navigáció, a robotpilóta és a repülőgép-rendszerei teljesen digitálisak. Az érzékelő-modul giroszkóppal, fordulatszám adókkal, mágneses iránytűvel, a környezeti levegő adatainak érzékelőivel és gyorsulásmérővel ellátott.
Felderítőszenzorok	Nagy felbontású, forgatható (dönthető) optikai és infravörös kamerarendszerek.
Hasznos teher	Legfeljebb 30 kg.
Opcionális hasznos terhek	Szintetikus apertúrájú rádiólokátor (SAR); kémiai, biológiai, radiológiai és nukleáris detektorok; információvédelmi és rádióátjátszó berendezés.
Adatkapcsolat	Adatátviteli funkciójú duplex mikrohullámú összeköttetés; irányított antennák a drónon és a földi irányítóállomáson.
Adatkapcsolati távolság	150 km.
Rádió-adatátjátszó	Az átjátszóberendezés a rendszer moduláris hasznos terhe látóhatáron túli felderítéshez.
Indítás	Szállításkor összezsukható, könnyű, kötélrugós katapultról.
Leszállás	Elfogóháló vagy ejtőernyős leszállás.

rendelt a KZO és a Luna drónok lecserélése érdekében. A Bundestag költségvetési bizottsága 2019-ben további 130 millió eurót biztosított a Bundeswehr számára újabb 9 db HUSAR rendszer beszerzésére. 2027-ig összesen 20 db drónrendszer beszerzése és rendszeresítése tervezett.

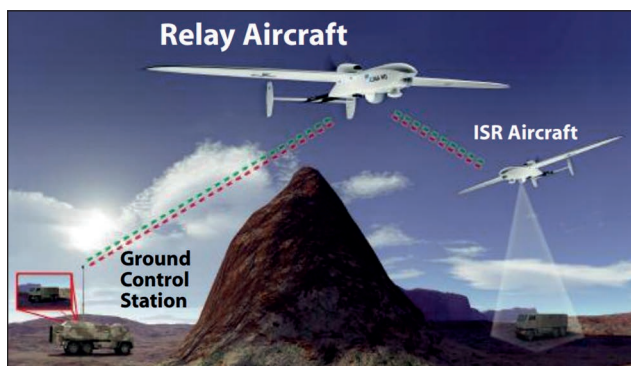
A HUSAR felderítő drón (1. ábra) CFK-ból, (Carbonfaserverstärkter Kunststoff) szénszál-erősítésű műanyagból készült, radarhullám-elyelő képességű, tüzelőanyagbefecskendezésű dugattyús motoros repülőgép. Hosszú repülési idejű gép, amely igen csekély akusztikai, termikus és radarjel-visszaverő tulajdonsággal rendelkezik. Különlegessége a motorhajtás nélküli, zajtalan siklórepülés képessége, a motor későbbi újraindításának lehetőségével. A fejlesztés során elsődleges szempont volt a drón és az operátorok közötti zavar- és információvédett C-sávú mikrohullámú rádió adatkapcsolat lehetőségének biztosítása, valamint a navigációt szenzorokkal segítő belső intelligen-

cia tervezése. Az irányított sugárzású adatkapcsolat valós idejű felderítési és rendszeradatokat küld a repülőgépről a földi irányítóállomásra. A kétirányú rádiókommunikáció lehetővé teszi, hogy az operátorok valós időben érzékeljék és elemezzék a drón összes telemetria adatát, valamint a kiegészítő szenzorok információit. A rendszer opcionálisan automatikus felderítésre és megfigyelésre is képes. Bevetések során a drónra hasznos teherként rádióátjátszó berendezés is szerelhető, így több eszköz együttes alkalmazása során, rádióátjátszó pontként működve, lehetővé válik a rendszer hatósugarának megnövelése hegyek, illetve a látóhatár mögötti területekkel (2. ábra). [3]

Az innovatív moduláris hasznos teher koncepciónak köszönhetően a HUSAR drón további hasznos terhekkel is felszerelhető, például szintetikus apertúrájú radarral (SAR – Synthetic Aperture Radar), nagy felbontású digitális fotó- vagy videokamerával, fedélzeti adattárolóval, meteorológiai szenzorokkal, automatikus azonosító rendszerrel² AIS (Automatic Identification System), gáz- és részecske-min-tavevővel, valamint biológiai, kémiai, vagy radioaktív-szenyveződés-érzékelőkkel.

Egy HUSAR rendszerkonfiguráció elektrooptikai és infravörös szenzorokkal (alapkitételben i2tech³ érzékelőkkel) felszerelt 5 db pilóta nélküli repülőgépből, kommunikációs eszközökkel ellátott konténerekbe (vagy védett járművekbe) telepített 2 db földi vezérlőállomásból, 2 db telemetria antennából, valamint műhelygépkocsiból (műhelyfelszerelésből és pótalkatrész-csomagból) áll. [7] A szenzorok egy 100×100 méteres terep felderítésére képesek. Standard konfigurációban egy rendszerhez két-két indítókatapult és elfogóháló rendszer tartozik. A HUSAR rendszer rugalmasan telepíthető, mivel a földi irányítóállomást és a műhelyfelszerelést ballisztikailag védett, ISO-minősítésű konté-

2. ábra. A HUSAR rendszer hatósugárnövelési módja [4]





3. ábra. Földi irányítóállomás operátori munkaállomásai [1]



4. ábra. A földi irányítóállomás szabadon konfigurálható kijelzői [1]

nerbe építették. A konténerek légi szállíthatók, NATO STANAG 2280 szerinti biztonságot nyújtanak a kézifegyver-, valamint a rakéta- és aknavető-lövedékek repeszhatása ellen. Kiszolgáló állományuk 39 fő. [5]

A földi irányítóközpontban (3. ábra) három operátor munkaállomást alakítottak ki, amelyeket a drónok irányításhoz, a valós idejű képelemzéshez, a bevetéstervezéshez és a „virtuális pilótafülke” megfigyeléséhez nagy felbontású Full

HD színes monitorokkal szerelték fel. (4. ábra.) Ezeken a munkaállomásokon történik az indítás előtti repülési és műveleti paraméterek beprogramozása. Elstartolás után a drón autonóm módon (vagy távvezérléssel) repül, de a földi irányítás a repülési útvonalat és a műveleti programokat repülés közben módosíthatja. A földi irányítóállomás lehetővé teszi a bevetések ismételt lejátszását, bevetés utáni értékelés vagy szimuláció céljából. Nagy távolságok áthidalásakor, vagy hegyes terepen előnyt jelent, hogy a drón irányítása az egyik földi irányítóállomásról átadható egy másikra. Bevetéstervezéshez számos szoftvereszköz áll rendelkezésre a kiszolgáló állomány részére, mint például standard térképek, 2D-s vagy 3D-s műholdas, illetve légi felvételek.

A 110 kg maximális felszálló tömegű HUSAR drónt szállításkor összecsucskható, könnyű bungee startkatapulttal indítják. (5. ábra) A drónindításra nem szükséges ideiglenes felszállópályát előkészíteni, vagy arra alkalmas terepszakaszt kijelölni, így (6. ábra) a felszállóhely kiválasztása csak a startkatapultot szállító jármű terepjáró képességétől függ. A katapult a járműtől vagy az utánfutótól függetlenül, önállóan működtethető.

A drón leszállása globális helymeghatározó rendszer (GPS – Global Positioning System) segítségével, autonóm módon, elfogóhálóba vezetéssel (7. ábra) vagy ejtőernyő segítségével történik. A két módszer közül a prioritás az elfogóhálóval történő landolásé. E módszer esetén a drón mozgási energiáját a háló és felfüggesztésének rugalmas csillapító elemei nyelik el. Hálótartó konzolként egy kereskedelemben kapható, járműre szerelt, hidraulikus rakodódarut alkalmaznak. Az elfogóhálós leszállás pontos navigációt és szélmentes időjárási körülményeket feltételez.

Ejtőernyővel történő landoláskor – amelyet az EMT Ingenieurgesellschaft mbH az Embention céggel közösen fejlesztett ki – a drón a kiválasztott leszállóterület fölé repül, ahol programozott repülési paraméterek alapján nyitja az ejtőernyőt, amely biztosítja a biztonságos földet érést. A leszállóernyő aktiválása után a szenzorok védelme érdeké-

5. ábra. Indításra kész HUSAR startkatapult [5]





6. ábra. A HUSAR sikeres indítása terepre telepített startkatapultról [1]



7. ábra. Elfogóhálóbba történő leszállás

ben a drón a hátoldalára fordul, és a hátával lefelé landol. A törzs alá szerelt légszakok az ejtőernyő nyitásával egy időben megfelelő nyomásúra fúvódnak fel, csökkentve a talajra érkezéskor fellépő rugalmatlan ütközés hatását. [1] [3]

A gyors bevetés követelményét biztosítandó, a HUSAR rendszer összes eleme közúti, vasúti, vízi, vagy légi (heli-kopteres) szállítással juttatható ki műveleti területre.

ÖSSZEGZÉS

A légi felderítés veszélyes küldetésnek számított és számít napjainkban is. Időszakait tekintve legveszélyesebb az előzetes légi felderítés, amelyet a még aktív ellenséges légvédelmi rendszer által ellenőrzött légtérben kell végrehajtani. A bevetés során igen nagy a kockázata a repülőgép és/vagy a személyzet elvesztésének. A légi felderítéskor az UAV-k feladata az összhaderőnemi műveletekhez szükséges információk gyűjtése, amellyel hozzájárulnak a folyó műveletek terveinek folyamatos pontosításához, segítik a célkiválasztást és célpontazonosítási folyamatokat is. A „légi őrszemek” 24 órás „lefedettséget” biztosítanak az érdekeltségi terület felett, és közel valós idejű adatokat továbbítanak az ellenséges csapatmozgásokról a műveleteket tervező parancsnokok és törzseik számára. [8]

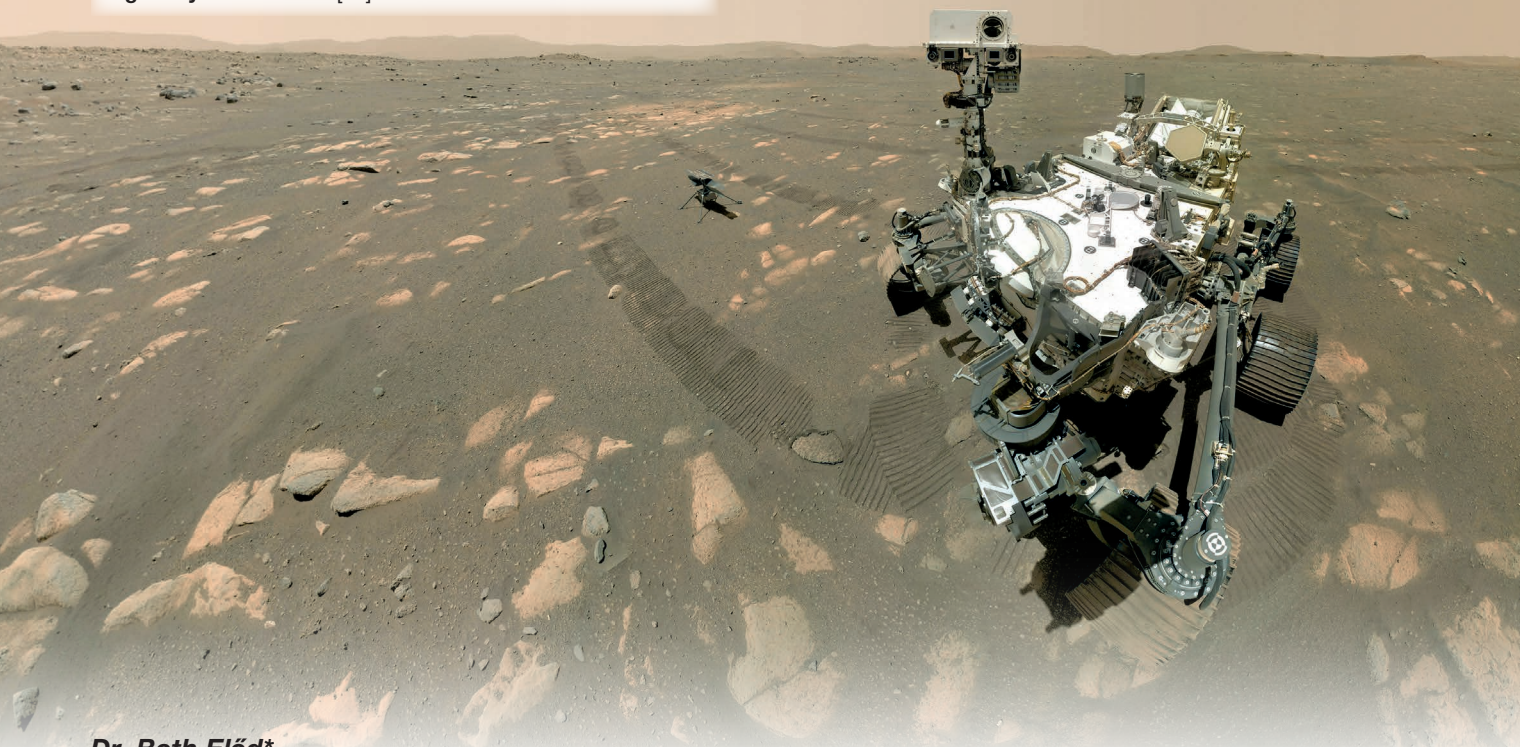
HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] „Luna-NG” EMT Penzberg <https://www.emt-penzberg.de/luna-ng/> (Letöltve: 2021.4.2.);
- [2] Schmid, W.: „HUSAR – Nachfolger von KZO und LUNA” <https://pzaufkl.de/husar-nachfolger-von-kzo-und-luna> (Letöltve: 2021.4.5.);
- [3] „EMT LUNA NG is one of the fixed-wing drone platforms developed by EMT for surveillance in military environments” https://www.embention.com/project/emt-luna_ng (Letöltve: 2021.4.2.);
- [4] „Luna NG Tactical Unmanned Aircraft System” <https://www.emt-penzberg.de/wp-content/uploads/2020/09/LUNA-NG-4S-Layout-E-08-12-Online.pdf> (Letöltve: 2021.5.17.);
- [5] Waldemar Geiger, „Aufklärungsdrohne HUSAR-BMVG erwartet weitere Verzögerungen” Soldat&Technik, 2021.1.7 <https://soldat-und-technik.de/2021/01/fuehrung-kommunikation/25152/aufklaerungsdrohne-husar-bmvg-erwartet-weitere-verzoegerungen/> (Letöltve: 2021.4.5.);
- [6] Tamir Eshel, „New UAV from EMT - Luna NG” Defense Update, 2012.6.14. https://defense-update.com/20120614_emt-luna-ng.html (Letöltve: 2021.4.5.);
- [7] Schwarz, K.: „Luna NG ersetzt Luna und KZO” Flug Revue, 2017.12.7. <https://www.flugrevue.de/militaer/vertrag-unterzeichnet-luna-ng-ersetzt-luna-und-kzo/> (Letöltve: 2021.4.5.);
- [8] Palik Mátyás (szerk.), *Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek* (Második, javított kiadás) Budapest: Nemzeti Közszerológati Egyetem, 2013.

JEGYZETEK

- 1 A cég teljes megnevezése: EMT Ingenieurgesellschaft Dipl.-Ing. Hartmut Euer mbH.
- 2 Az AIS egyedi azonosítást biztosít a járművek számára, a helyzet, a pálya és a sebesség képernyőn vagy elektronikus térképmegjelenítő eszközön történő kijelzéssel.
- 3 A kaliforniai i2tech cég a fejlett, miniatűr elektro-optikai és elektromechanikus rendszerek tervezésére, fejlesztésére és készítésére specializálódott. A kis és közepes méretű UAS követelményeinek megfelelően nagy teljesítményű, kis tömegű, stabilizált eszközöket fejleszt.

11. ábra. A NASA Perseverance marsjárója a 46. marsi munkanapján, 2021. április 6-án elkészítette első szelfijét. A járműtől balra, valamivel hátrébb, 3,9 m távolságban az Ingenuity drón látható [34]



Dr. Both Előd*

Holdautók és marsjárók II. rész

Az ember régi vágya, hogy a földfelszínhez hasonlóan más égitestek felszínén is alkalmazhasson hatékony közlekedési eszközöket, elősegítve az adott tudományos küldetés célját, a felszín térképezését, a mintagyűjtést. 1971 óta számos alkalommal használtak ember vezette járművet a Hold felszínén, de számos robotjármű is tevékenykedett a Holdon, sőt a Marson is. A félévszázados évforduló alkalmából a szerző tanulmányának első részében felidézte az idegen égitestekre eddig eljutott járművek történetét. A magyar vonatkozások okán kitért az Apollo-programban használt holdjáróra is. A tanulmány folytatásában a szerző bemutatja a kínai űrkutatás eredményeit, a Mars kutatására tervezett eszközöket és a közeljövő terveit.

A holdautót (Lunar Roving Vehicle – LRV) a két ülés közé elhelyezett, a joystick elvén működő botkormánnyal lehetett irányítani. A kényelmesebb kezelés érdekében a vezető számára könyöklő került az ülések közé, így csak a kézfejjel mozgatta az univerzális botkormányt, amellyel minden irányítási funkciót el lehetett végezni. A különböző kijelzők a kormány előtt kaptak helyet (12. ábra). A műszerokról az űrhajósok leolvashatták a haladási irányukat a holdi északhoz képest, helyzetüket a holdkomphoz viszonyítva, a holdkomptól mért, illetve a ténylegesen megtett távolságukat, utóbbit 0,1 km pontossággal. A távolságot a navigációs rendszer a mindenkor harmadik leggyorsabban forgó kerék fordulatszáma alapján számította ki. Ezt a megoldást azért választották, hogy az egyik vagy másik kerék esetleges kipörgéséből adódó hibát minimalizálják.

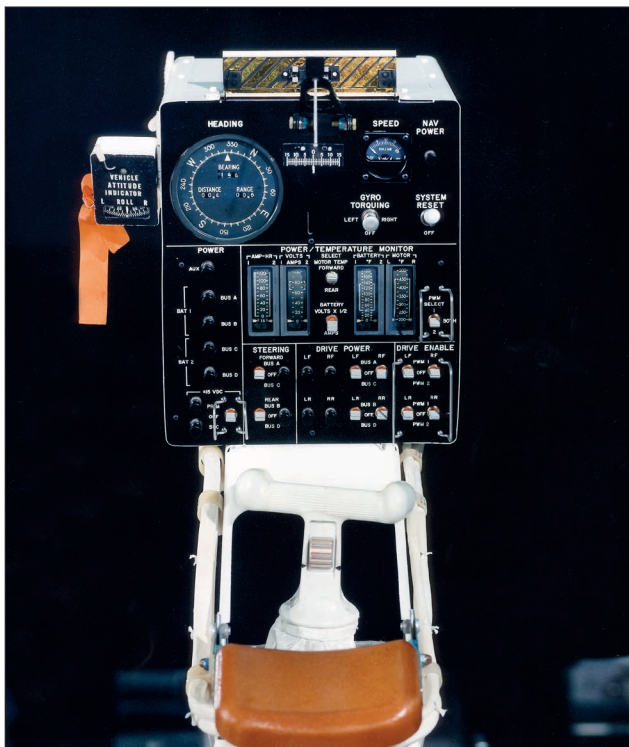
A sebességjelző azonban mindig a jobb hátsó kerék forgása alapján számított sebességet mutatta 0–20 km/h között. A műszerfal tetejére kis, mechanikus működtetésű, felugró jelzőszámló került, amely akkor ugrott elő, ha valamelyik elektromos telep hőmérséklete 52 °C fölé emelkedett, vagy bármelyik villanymotor 127 °C-nál jobban felforrósodott.

A jármű navigációs rendszere a már említett kerékfordulat-számlálón kívül giroszkópból és egy kis méretű fedélzeti számítógépből állt. A rendszerrel szemben viszonylag szerény követelményeket támasztottak. A holdkomptól 5 km távolságon belül a leszállóhely mindenkor irányát elég volt $\pm 6^\circ$ pontossággal, a jármű és a holdkomp távolságát pedig ± 600 méter pontossággal ismerni. A rendszer a megtett távolságot 2% eltéréssel mérte. Jelentős hibát okozott a mérésekben, ha hátramenetben használták az autót, mert a kerékre szerelt fordulatszámláló csak impulzusokat érzékelt, de nem tudta megkülönböztetni a kerék előre, illetve hátra forgását.

A jármű számára az elektromos energiát két, 36 voltos (nem újratölthető) ezüst-cink telep szolgáltatta, mindkettőben 23 cella helyezkedett el, az elektródok kálium-hidroxid elektrolitba merültek. Az akkumulátorok kapacitása 121 amperóra volt, és mindkettőt közel egyenlő terheléssel működtették. A telepek 90 km megtételére elegendő energiát tartalmaztak, vagyis a ténylegesen megtett utak után is bőven maradt biztonsági tartalék a rendszerben. Mindennek ellenére az űrhajósokat csak olyan távolságig engedték eltávolodni a járművel a holdkomptól, ahonnan az LRV

* Csillagász, a Magyar Asztronautikai Társaság korábbi elnöke. ORCID: 0000-0002-2398-9507





12. ábra. Az LRV T-alakú botkormányja a mögötte elhelyezett könyöktámasszal, elől az autó műszerfalával [35]

meghibásodása esetén gyalog is biztonságosan vissza tudtak volna térni a leszállóhelyhez.

A három LRV-t hat űrhajós használta, és mindegyikük a legnagyobb elismeréssel beszélt az autó kezelhetőségéről és teljesítményéről. Pavlics Ferenc, az LRV vezető tervezője az Apollo-17 űrhajósainak dicsérő szavait idézte: „Gene

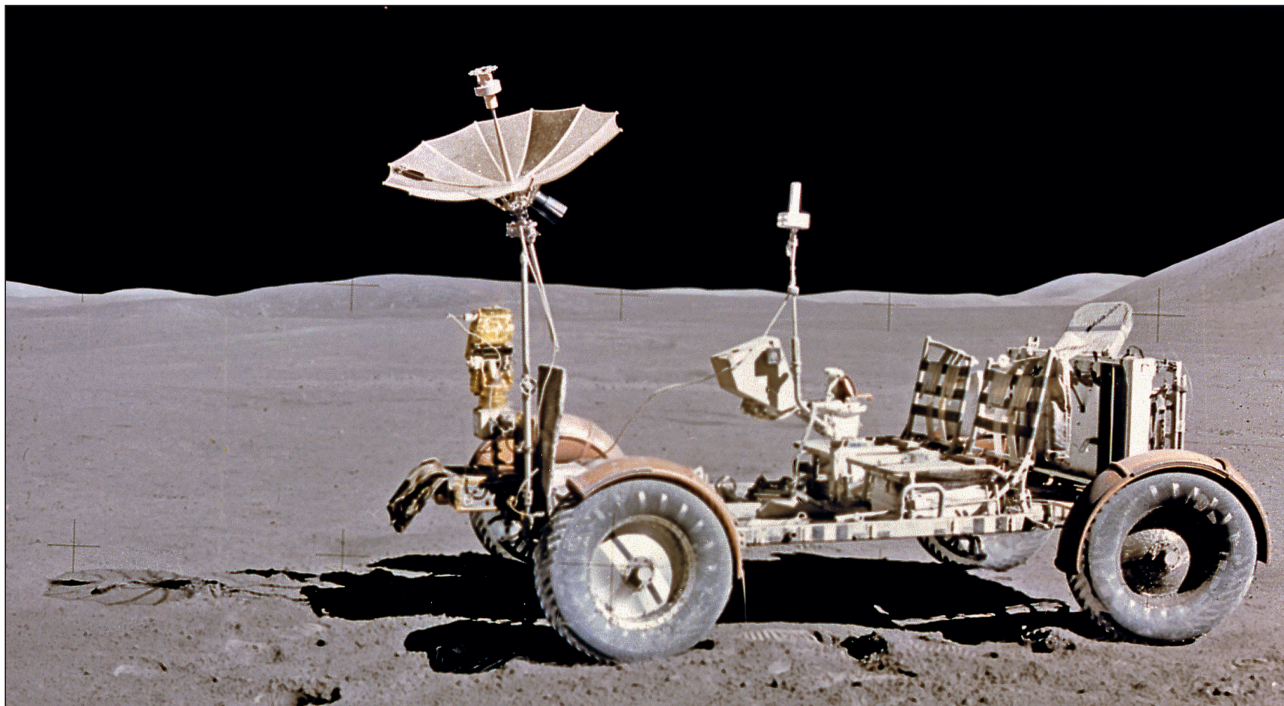


14. ábra. Eugene A. Cernan, az Apollo-17 parancsnoka a holdautó mellett, 1972. december 13-án [37]

Cernan úgy írta le a Rovert, mint »az egyik legfinomabb kis jármű, amelyet valaha is vezethettem«. Társa, a geológus Harrison Schmitt úgy nyilatkozott a Roverről, hogy »várakozásainknak teljesen megfelelt, a Hold kutatása megbízható, biztonságos és rugalmas eszközének bizonyult. Nélküle nem lettek volna lehetségesek az Apollo-15, -16 és -17 fontos tudományos felfedezései, és nem tudnánk mindazt a Holdról, amit ma tudunk.« (13.; 14.; 15. ábra)

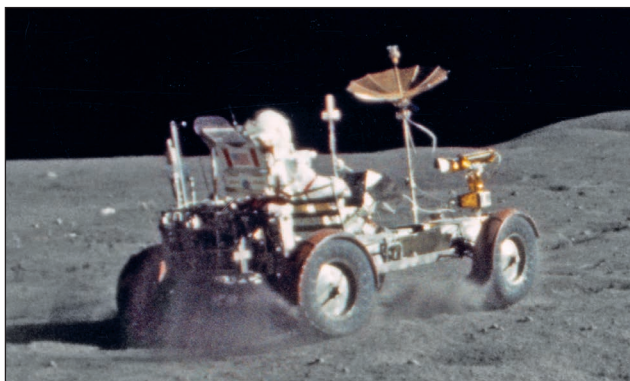
Az autóból hat példány készült. Mint Pavlics Ferenc elmondta [21]: „A Holdon használt három példányt otthagytak

13. ábra. Az elsőként (az Apollo-15 küldetés során) a Holdra szállított autó menetkész állapotban, elején a Föld felé irányított parabolaantennával [36]

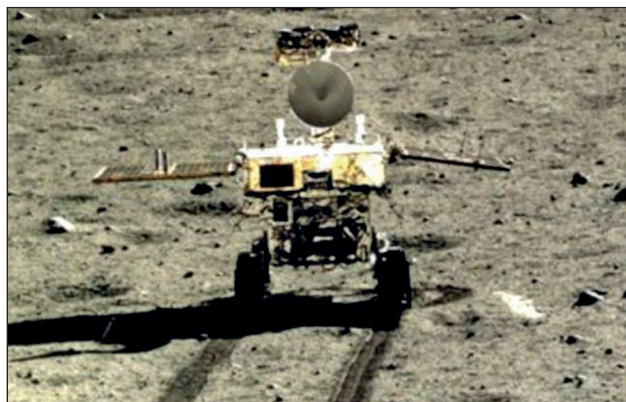


2. táblázat. Az LRV-t használó küldetések és űrhajósaik (A szerző szerkesztése)

	A Holdra szálló (az LRV-t használó) űrhajósok	A küldetés teljes időtartama	A Holdon töltött idő
Apollo-15	David R. Scott James B. Irwin	1971. július 26. – augusztus 7.	1971. július 30. – augusztus 2.
Apollo-16	John W. Young Charles M. Duke Jr.	1972. április 16. – 27.	1972. április 21. – 24.
Apollo-17	Eugene A. Cernan Harrison H. Schmitt	1972. december 7. – 19.	1972. december 11. – 14.



15. ábra. John W. Young, az Apollo-16 parancsnoka a holdjárót vezeti. A kép annak a filmnek egy kockája, amelyet társa, Charles M. Duke, a holdkomp pilótája készített [38]



16. ábra. Kína első holdjárója, amint 2013. december 14-én legördült a Csang'e-3 szondáról [39]

ták, így azok most a Hadley-hegységben, a Descartes-kráterben és a Taurus-Littrow-alakzat vidékén állnak. Egy példányt a washingtoni Nemzeti Repülési és Űrhajózási Múzeumban állítottak ki, egyet pedig a floridai Kennedy Űrközpont múzeumában láthatnak a látogatók. A hatodik egy úgynevezett teszt-példány volt, ezt tettük be azokba a kamrákba, ahol a holdi hőmérsékleti viszonyokat és a vákuumot utánoztuk. Ezen a példányon ellenőriztük, hogyan viselkednek az alkatrészek a nagy hidegben vagy éppen a nagy forróságban és a légüres térben.”

Az LRV történetének és működésének részletes leírását [22]-n kívül a NASA Marshall Űrközpont szakembereinek 1972. decemberi tanulmánya [23] tartalmazza.

KÍNAI HOLDJÁRÓK

Az Apollo-17 űrhajósa 1972 decemberében hagyták el a Holdat, a Lunohod-2 pedig 1973 nyarán fejezte be működését. Ezután 40 év szünet következett: Hold körüli pályáról több űrszonda is vizsgálta az égitestet, újabb holdjáró azonban nem került a felszínére. A következő lépést Kína tette meg. Napra pontosan 40 évvel az Apollo-17 holdkompjának felszállása után, megérkezett a Holdra a Csang'e-3 szonda és holdjárója, a Jütu (Yutu – Jádé nyúl). A 140 kg tömegű holdjáró 2013. december 14-én kezdte meg működését [24] (16. ábra). A Holdon töltött második éjszakáján hajtórendszere elromlott, így mindössze 114 métert tett meg a Hold felszínén. Ettől függetlenül műszerei működőképesek maradtak, és tervezett három hónapos élettartamát messze túlszárnyalva, 31 hónapon át, 2016. július 31-ig közvetített mérési eredményeket [25].

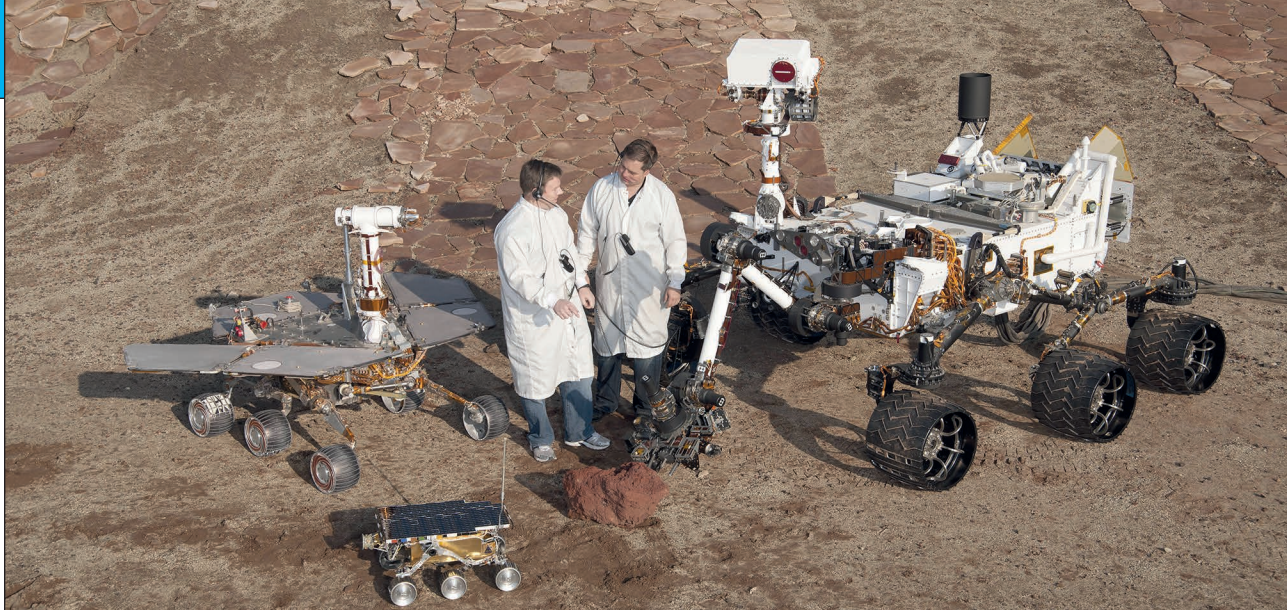
A folytatásra sem kellett sokat várni, a Jütu-2 a Csang'e-4 fedélzetén 2019. január 3-án szállt le a Holdra [26]. Azóta folyamatosan dolgozik az előző kínai holdjáróval azonos

felépítésű, szintén 140 kg-os jármű, amely már több száz métert tett meg a felszínén. Maga a leszállás technikai bravúr és űrtörténelmi elsőség volt, mert ez volt az első űreszköz, amelyik a Hold túlsó oldalán szállt le, a Kármán Tódor magyar származású gépészmérnök–fizikusról elnevezett Von Kármán-kráterben. A nehézséget az jelentette, hogy a Hold túlsó oldalával nem lehet a Földről közvetlen rádiókapcsolatot létesíteni, ezért fél évvel korábban pályára állították a Csüecsiao (Queqiao) relészondát, amelyen keresztül nemcsak a leszállás közben irányították a műveletet, hanem azóta is tartják a kapcsolatot a holdjáróval. A Csüecsiao a Föld–Hold-rendszer úgynevezett L_2 Lagrange pontjában¹, azaz a Holddal szinkronban kering a Föld körül. Mindig a Hold túlsó oldala fölött, az égitesttől mintegy 65 000 km távolságban tartózkodik, így folyamatos kapcsolatot tesz lehetővé a felszínen dolgozó leszállóegységgel és a Jütu-2-vel. Természetesen a tudományos mérések eredményei [27] is a Csüecsiao közvetítésével érkeznek a Földre.

JÁRMŰVEK A MARSON

Az első marsjáró a NASA Pathfinder küldetésével 1997 nyarán érkezett a bolygóra [28]. A hatkerekű jármű, a Sojourner mindössze 28 cm magas, 63 cm hosszú és 48 cm széles volt. A járművet a Földről irányították, amely a Mars mindenkor távolságától függő, 10-15 perces fényút miatt körülményessé tette a munkát. Energiaellátásáról 0,2 m² felületű napelemei gondoskodtak, ami marsi naponként (24,6 földi óra) több órányi működést tett lehetővé. Az eszköz a Földdel a Pathfinder leszállóegységen keresztül kommunikált. A Sojourner a tervezett 7 helyett 83 napon keresztül dolgozott a Marson, képeket készített, kémiai, légköri és egyéb méréseket végzett. A járművel 1997. szeptember 27-én szakadt meg a rádiókapcsolat. (17. ábra)





17. ábra. A NASA Sugárhajtás Laboratóriuma (JPL) marsjáróinak három generációja a JPL teszt pályáján. Elsőként 1997-ben a mindössze 63 cm hosszú Sojourner (középen) jutott a vörös bolygóra. Az egymással azonos Spirit és Opportunity 2004 elején szállt le (balra). A Curiosity 2012-ben érkezett, és még mindig működik (jobbra). Vele azonos szerkezeti felépítésű, de eltérő műszerezettségű az idén érkezett Perseverance [40]

A küldetés magyar vonatkozású érdekessége, hogy a Sojourner készítésébe két magyar szakember is bekapcsolódott. Jóllehet a korabeli sajtó erős túlzással Bejczy Antal egy személyes alkotásaként adott hírt a Sojournerről, az eszköz megalkotásában játszott szerepükre Pavlics Ferenc 2010-ben így emlékezett vissza: „Az ugyancsak Kaliforniában élő Bejczy Antallal ... korábban együtt is dolgoztunk a marsjárók tervezésén. Antal közvetve, robotikai munkáin keresztül kapcsolódott be a programba, engem pedig szaktanácsadóként, konzulensként hívtak meg.” [21]

A következő lépést a két Mars Exploration Rover (MER) jelentette, amelyek 2003-ban indultak, és 2004 januárjában a Mars két egymástól távol eső területén szálltak le. Az azonos felépítésű eszközök közül a MER-A a *Spirit*, a MER-B az *Opportunity* nevet kapta. Három hónaposra tervezett küldetésüket messze túlszárnyalva, a *Spirit* több mint hat évig (2010 márciusáig), az *Opportunity* pedig több mint 14 évig (5352 marsi napon át, 2018 júniusáig) maradt működőképes. Rendkívül hosszú élettartamának is köszönhető, hogy működési ideje alatt 45,16 kilométert tett meg a Marson, ezzel napjainkig tartja az idegen égitesten jármű által megtett távolsági rekordot (3. táblázat). A két MER marsjáró feladata a Mars talajának és kőzeteinek, ásványainak fizikai és kémiai vizsgálata volt, különös tekintettel az egykor a Marson létezett víz nyomainak, valamint más eróziós folyamatokra utaló hatások keresésére. A hatkerekű, 180 kg tömegű járművek naponta mintegy 100 métert voltak képesek megtenni. A MER Energiaellátását a Nap állásától függően maximum 140 W teljesítménnyel napelemek biztosították. Ez kezdetben naponta kb. 900 wattóra elektromos energiát jelentett, de a napelemek porosodása miatt a teljesítmény fokozatosan csökkent. A 174 kg tömegű marsjárók maximális sebessége 3,75 cm/s (2,25 cm/h) volt, de átlagsebességük biztonsági okokból nem haladta meg az 1 cm/s-ot. Felépítésüknek köszönhetően 45 fokos lejtőn sem borultak volna fel, de a fedélzeti vezérlőrendszert úgy programozták, hogy a 30 fokosnál meredekebb lejtőket kerülje el. Kommunikációs rendszerükkel a Földdel közvetlenül, és a Mars körül keringő szondákon keresztül is kapcsolatot tudtak tartani.

2012 augusztusában – a Mars Science Laboratory (MSL) küldetés keretében – a Marsra egy, az előzőeknél tekintélyesebb méretű marsjáró, közismert nevén a Curiosity [32] érkezett. A 899 kg tömegű rover csak abban hasonlított elődeihez, hogy a 2,9 méter hosszú mozgó laboratórium is 6 kereken gördül. A „guruló tudományos laboratórium”-nak

nevezett jármű speciális műszereinek együttes tömege 80 kg. A jármű legfontosabb feladata a marstalaj elemzése, különös tekintettel esetleges szénvegyületek keresésére, beleértve a kőzetek és ásványok izotóp- és ásványösszetételét, miközben vizsgálja a felszínen uralkodó sugárzási és meteorológiai körülményeket is. Újdonság az is, hogy a korábbi marsjáróknál a napelemekkel szerzett rossz tapasztalatok (főként a porviharok utáni beporosodásuk és az ennek következtében bekövetkező teljesítménycsökkenés) miatt radioizotópos termoelektromos generátorral (RTG) szerelték fel, amely folyamatosan 125 W teljesítménnyel látja el a Curiosityt (bár az idő múlásával ez a teljesítmény is csökken). Az energiát 4,8 kg plutónium-238 izotóp bomlása adja, a radioaktív anyagot PuO_2 formájában helyezték el az RTG-ben. Hajtásrendszere a MER roverek megnagyobbított változata. 50 cm átmérőjű kerekeivel 65 cm magas akadályokon is át tud jutni, és 12,5°-os emelkedőt még laza szerkezetű talajon is le tud küzdeni. Maximális sebessége 90 m/h, átlagsebessége azonban ennek csak harmada. Automatikus navigációval naponta mintegy 200 méter megtételére képes. Élettartamát egy marsi évre tervezték (közel 2 földi év, 687 földi nap), de több mint 8 év elteltével még mindig működik.

A KÖZELJÖVŐ TERVEI

Kína a következő holdjáróját a Csang'e-7 küldetéssel, 2023-ban tervezi a Holdra küldeni. India 2019-ben a Csándráján-2 küldetéssel kísérelt meg sima leszállást a Holdon – sikertelenül. A becsapódáskor megsemmisült szonda holdjárót is vitt magával. Pótlására már épül a Csándráján-3, amely ugyancsak megpróbál holdjárót juttatni az égitestre.

Újabb amerikai holdjárók az Artemis program keretében kerülhetnek a Holdra, a program jövője azonban bizonytalan. A következő amerikai holdraszállás 2028-ról 2024-re előrehozott cél dátumát nagy valószínűséggel visszatolják az eredeti időpontra, így egyelőre arról sem lehet biztosat tudni, mikor, milyen amerikai holdjárók kerülhetnek az égitestre.

E sorok írásakor (2021. február 18-án) szállt le a Marsra a NASA következő marsjárója, a Perseverance (11. ábra) [29]. Szerkezeti felépítését tekintve az évek óta a Marson dolgozó Curiosity mása, azonban korszerűbb tudományos műszerek kerültek a fedélzetére. A tudományos adatgyűjtésen kívül legfontosabb feladata, hogy mintákat gyűjtsön a Mars tala-

3. táblázat. A Holdra és a Marsra napjainkig eljutott önjáró, illetve ember vezette járművek* (A szerző szerkesztése)

Küldetés	Felbocsátó ország	Elért égitest	Működés	Megtett távolság (km)
Opportunity	USA	Mars	2004–2018	45,2
Lunohod-2	Szovjetunió	Hold	1973	39
LRV Apollo-17	USA	Hold	1972	35,7
LRV Apollo-15	USA	Hold	1971	27,8
LRV Apollo-16	USA	Hold	1972	27,1
Curiosity	USA	Mars	2012 óta	> 23,3 km
Lunohod-1	Szovjetunió	Hold	1970–1971	10,5
Spirit	USA	Mars	2004–2010	7,7
Jütu-2	Kína	Hold	2019 óta	> 0,6
Sojourner	USA	Mars	1997	0,1
Jütu-1	Kína	Hold	2013–2016	0,1
Perseverance	USA	Mars	érkezés: 2021	
Csuzsung**	Kína	Mars	érkezés: 2021	

*A táblázat a megtett (a még működőknél az eddig megtett) távolság sorrendjében tünteti fel az eszközöket.

** A Csuzsung marsjárót a Tienven-1 űrszonda szállította. Nevét „közönségsvavazással” választották ki. Csuzsung a tűz istene az ókori kínai mitológiában. [41]

jából. Ha ezt a feladatot sikerrel hajtja végre, akkor a 2026-os indítási ablakban két újabb szonda (egy európai orbiter és egy amerikai leszállóegység + marsjáró + felszálló rakéta kombináció) indul a Marsra, hogy összeszedjék, és a Földre hozzák az értékes rakományt [30]. A Perseverance további érdekessége, hogy egy kis helikoptert (Ingenuity) is magával vitt, így valójában egyszerre két jármű is eljutott a Marsra. A helikoptert azóta sikerrel kipróbálták.

Ugyancsak e sorok írásakor (2021. február 10-én kerin-gési pályára állt a Mars körül a kínai Tienven-1 űrszonda [31], amely a lehetséges leszállóhelyek részletes orbitális feltérképezése után, a tervek szerint még a tavaszi hónapokban a vörös bolygó felszínére juttat egy marsjárót. A mintegy 240 kg tömegű, tehát a Jütu holdjáróknál két-szer nagyobb (a Spirit és az Opportunity tömegét valamivel meghaladó tömegű), napelemes jármű a tervek szerint 3 hónapon át végzi a felszín tudományos vizsgálatát. Jövő-re újabb jármű indul a vörös bolygó felé, az európai-orosz ExoMars program keretében a 2020-ról elhalasztott Rosalind Franklin marsjáró, amely remények szerint akár 2 méter mélyre is lefúrhat a Mars talajába.

A Hold- és a Mars-kutatás távolabbi terveiről számos elképzelés került nyilvánosságra, amelyeket a sajtó is elő-szeretettel elemez. Ezekre vonatkozóan azonban a tervek és a határidők kiforratlanok, az eszközök technikai részletei kidolgozatlanok, sőt az erős politikai akaratsnak és az ennek megfelelő költségvetési támogatásnak sem látszanak a biztos jelei. A távolabbi jövőről ezért egyelőre felelőtlenség lenne megalapozottan bármit is közreadni.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [21] „Más szemmel nézek a Holdra, mint azelőtt” (Beszélgetés Pavlics Ferencsel, II.), *Természet Világa*, 2008. szeptember. <http://www.termeszetvilaga.hu/>

szamok/tv2008/tv0809/pavlics.html (Letöltve: 2021.1.16.);

- [22] Saverio F. Morea, „The Lunar Roving Vehicle – Historical Perspective.” in *The Second Conference on Lunar Bases and Space Activities of the 21st Century*, Proceedings from a conference held in Houston, TX, April 5-7, 1988. Edited by W. W. Mendell, NASA Conference Publication 3166, 1992., p. 619 <https://space.nss.org/wp-content/uploads/Lunar-Bases-conference-2-706-Lunar-Roving-Vehicle.pdf> (Letöltve: 2021.1.16.);
- [23] Nicholas C. Costes et al., „Mobility Performance of the Lunar Roving Vehicle: Terrestrial Studies – Apollo 15 Results” NASA Technical Report, 1972 december https://www.hq.nasa.gov/alsj/19730008090_1973008090.pdf (Letöltve: 2021.1.16.);
- [24] Frey Sándor, „Jütu a Holdon” *Űrvilág*, 2013.12.15. https://www.urvilag.hu/a_het_kepe/20131215_jutu_a_holdon (Letöltve: 2021.1.16.);
- [25] Frey Sándor, „Kimúlt a nyúl” *Űrvilág*, 2016.8.6. https://www.urvilag.hu/kina_a_vilagurben/20160806_kimult_a_nyul (Letöltve: 2021.1.16.);
- [26] Frey Sándor, „Már gurul a kínai holdjáró” *Űrvilág*, 2019.1.4. https://www.urvilag.hu/kina_a_vilagurben/20190104_mar_gurul_a_kinai_holdjaro (Letöltve: 2021.1.16.);
- [27] Both Előd, „Három réteg regolit” *Űrvilág*, 2020.3.3. https://www.urvilag.hu/tavoli_vilagok_kutato/20200323_harom_reteg_regolit (Letöltve: 2021.1.16.);
- [28] „Mars Pathfinder” (NASA) <https://mars.nasa.gov/mars-exploration/missions/pathfinder/> (Letöltve: 2021.1.16.);
- [29] „Perseverance” (NASA) <https://mars.nasa.gov/mars2020/> (Letöltve: 2021.1.16.);



- [30] Both Előd, „A Marsra – és vissza” Űrvilág, 2019.8.5. https://www.urvilag.hu/urszondak_a_marsnal/20190805_a_marsra_es_vissza (Letöltve: 2021.1.16.);
- [31] Frey Sándor, „Tienven-1” Űrvilág, 2020.4.7. http://www.urvilag.hu/kina_a_vilagurben/20200427_tienven1. (Letöltve: 2021.1.16.);
- [32] Curiosity Rover (NASA) https://www.nasa.gov/mission_pages/msl/index.html (Letöltve: 2021.1.16.);
- [33] „Mars Exploration Rovers” (NASA) <https://mars.nasa.gov/mer/> (Letöltve: 2021.1.16.);
- [34] https://www.nasa.gov/sites/default/files/styles/full_width/public/thumbnails/image/pia24542-perseverance-selfie-with-ingenuity-1041.jpg?itok=6WhlpAmU (Letöltve: 2021.1.16.);
- [35] <https://images-assets.nasa.gov/image/7021041/7021041~orig.jpg> (<https://images.nasa.gov/details-7021041>) Forrás: NASA Image and Video Library (Letöltve: 2021.1.16.);
- [36] <https://images-assets.nasa.gov/image/7022585/7022585~orig.jpg> (<https://images.nasa.gov/details-7022585>) Forrás: NASA Image and Video Library (Letöltve: 2021.1.16.);
- [37] <https://images-assets.nasa.gov/image/as17-134-20476/as17-134-20476~orig.jpg> (<https://images.nasa.gov/details-as17-134-20476>) Forrás: NASA Image and Video Library (Letöltve: 2021.1.16.);
- [38] <https://images-assets.nasa.gov/image/S72-37002/S72-37002~orig.jpg> (<https://images.nasa.gov/details-S72-37002>) Forrás: NASA Image and Video Library (Letöltve: 2021.1.16.);
- [39] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/e/e0/Yutu_rover_on_the_Moon.jpg (Chinese National Space Administration/China Central Television) (Letöltve: 2021.1.16.);
- [40] <https://photojournal.jpl.nasa.gov/jpeg/PIA15279.jpg> (<https://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA15279>) (NASA/JPL-Caltech) (Letöltve: 2021.1.16.);
- [41] <http://hungarian.cri.cn/radio-programmes/3790/20210430/657613.html> (CRI online) (Letöltve: 2021.5.30.).

JEGYZETEK

1 Az égi mechanikában a Lagrange-pontok két nagy együtt keringő test közelében lévő pályapontok. A Lagrange-pontokon a két nagy test gravitációs erői kioltódnak oly módon, hogy az ott keringő pályára helyezett kis tárgy egyensúlyban van a nagy testek tömegközéppontjához képest legalább két irányban. Bővebben: S. Widnall, „Lecture L18 - Exploring the Neighborhood: the Restricted Three-Body Problem” MIT Lecture Notes https://ocw.mit.edu/courses/aeronautics-and-astronautics/16-07-dynamics-fall-2009/lecture-notes/MIT16_07F09_Lec18.pdf.

Szerkesztette Pósn László – Veszprémy László – Isaszegi János

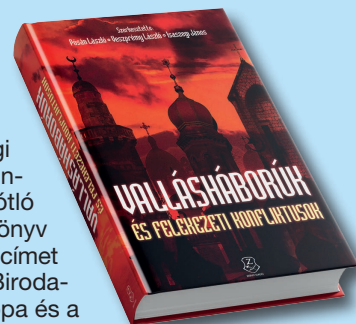
Vallásháborúk és felekezeti konfliktusok Európában és a közeli térségekben az ókortól napjainkig

A Zrínyi kiadó közelmúltban megjelent vaskos tanulmánykötete különleges szempontból tekinti át az emberiség történetén végighúzódo fegyveres összecsapásokat. A szerzők – 24, többségében hazai történész – az ókortól napjainkig követi nyomon, hogy az egyes népcsoportok üldöztetéseit, valamint a helyi, regionális, illetve kontinenseken átívelő konfliktusokat, hogyan hatják át a vallási motivációk.

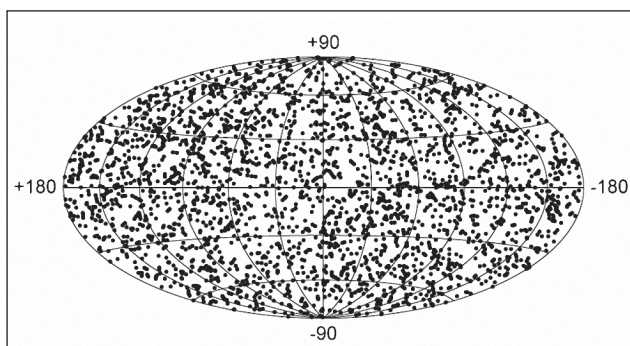
A tanulmánykötet szerkesztői – Pósn László, Veszprémy László és Isaszegi János – három nagy fejezetre osztva, kronologikus sorrendben adják közre a különböző történelmi korok és civilizációk hitvitákon alapuló összetűzéseit. A hiánypótló kötet a nemzetközi és a magyar vonatkozású eseményeket egyaránt tárgyalja. A könyv első része a *Vallás és politika a kereszténység megjelenésétől a vallásháborúk végéig* címet viseli. A bevezető tanulmány a kr. u. 4. századba vezeti az olvasót, ahol a Római Birodalom egyszerre szerepel a vallási tülelemnek és a vallásüldözésnek. Elsősorban Európa és a Közel-Kelet a helyszíne az egymást követő tanulmányok által tárgyalt vallási ellentéteknek, A kereszteshadjáratok elemzése épp úgy helyet kapott e nagy fejezetben, mint a középkori iszlám szélsőségesek megjelenése az öreg kontinensen. A második rész – *A vallás szerepe a korai és újkor fegyveres konfliktusokban* cím alatt – nem csupán a korszakot meghatározó török hódoltságról, valamint a harmincéves háborúról közöl elemzést, de a délnémet városi közösségek konfliktuskezelési stratégiáiba is betekintést nyerhet az olvasó. A protestantizmus megjelenésének okai és helyszínei mellett az orosz ortodoxia sajátosságait is tárgyalja a fejezet. A tanulmánykötet utolsó harmada *A legújabb kori és a jelenkori politikai konfliktusok vallási hátterét* mutatja be. A külpolitikai eseményekre érzékeny olvasó számára is tartogat fontos új adalékokat az Oroszország és a kaukázusi népek kapcsolatrendszerét történelmi-vallástörténelmi szempontból feldolgozó írás, ahogyan a sokak által ismert ír-észak-ír fegyveres konfliktusok története is. Több tanulmány is foglalkozik a Közel-Kelettel, a történelmi egyházak bölcsőjével, valamint napjaink Európára is kiható konfliktusainak legérzékenyebb helyszínével. A jelenben zajló migráció valós okainak megértéséhez és elemzéséhez kiváló háttértudást biztosító kötet a szakemberek és az érdeklődő olvasók számára egyaránt ajánlott.

A tanulmánykötetet névmutató, a szerzők intézményi kötődését közlő melléklet, valamint a belső borítók egy-egy (a 11–15. századi kereszties hadjáratokat bemutató, és a muszlim népcsoportok európai elhelyezkedését a 2018-as évben felvázoló) térkép egészíti ki.

A Zrínyi Kiadó által 2020-ban megjelentetett keménytáblás kötet terjedelme 520 oldal. 7300 Ft-os áron kapható a könyvesboltokban, illetve közvetlenül a Zrínyi Kiadótól is, 25%-os helyszíni kedvezménnyel, 5475 Ft-ért. Cím: 1024 Budapest, Fillér utca 14., (tel.: 06 1-459-5373, e-mail: cinti@hmzrinyi.hu-ra), továbbá megrendelhető a shop.hmzrinyi.hu weboldalon. (R.A.)



A gammakitörések irány szerinti eloszlása



1. ábra. A gammakitörések égi eloszlása [4]

és 2-16° statisztikus hibával tudták számítani [3]. Ennek ismeretében érthető, hogy miért nem fedezték fel a kitörések optikai utófényét a CGRO adatai alapján, hiszen egy óriástávcső tipikus látómezeje lényegesen kisebb ezeknél a hibáknál; az égbolton való eloszlás tanulmányozásához azonban már e műhold adatai is alkalmasak voltak. A CGRO 9 és fél éves működése alatt több ezer GRB-t figyelt meg, a végső katalógusba [4] 2704 kitörés égi koordinátája került be. Ezek eloszlását mutatja az 1. ábra. 1990-re a Bolygóközi Hálózat- (IPN – Interplanetary Network) megfigyelések alapján már gyanítható volt, hogy a kitörések eloszlása az égen egyenletes [5], bár még akkoriban is megjelent olyan publikáció, amelynek szerzője szerint az irány szerinti eloszlás korrelál a galaxisunk síkjával [6]. A Compton Űrobszervatórium egyik fontos detektora (BATSE – Burst And Transient Source Experiment) első katalógusának [3] adatai arról győzték meg a kutatóközösség tagjait, hogy a kitörések irány szerinti eloszlása véletlenszerű. Azaz az égbolton való eloszlásuk egyenletes.

A gammakitöréseknek három altípusa létezik, a kitörés időtartamának (amelyet a T_{90} változó ír le) függvényében; rövid (< 2 s), közepes ($2 < T_{90} < 10$ s) és hosszú (> 10 s) időtartamú [7]. Érdemes megvizsgálni a kitörések egyes csoportjainak irány szerinti eloszlását külön-külön. Ezek szisztematikus vizsgálatát Balázs és munkatársai cikke alapján mutatom be [8].

A GAMMAKITÖRÉSEK IRÁNY SZERINTI ELOSZLÁSA

Gyakran alkalmazott eljárás egy gömbi eloszlás izotropiájának vizsgálatánál a szférikus harmonikusok alkalmazása [9], [10].

Ha az $f(l, b, x_1, \dots, x_n)$ függvény írja le egy objektumnak az infinitezimálisan kicsiny térszögben való megtalálásának a sűrűségfüggvényét, és az l, b eloszlás (ahol l és b a galaktikus koordináták) független a többi tulajdonságtól (amelyeket az $x_1, \dots, x_n$ változók írnak le), akkor f felbontható a következő módon:

$$f(l, b, x_1, \dots, x_n) = \omega(l, b)g(x_1, \dots, x_n) \quad (1)$$

Az $\omega(l, b)$ függvény hagyományos szférikus harmonikus felbontása a következő:

$$\omega(l, b) = \frac{1}{\sqrt{4\pi}}\omega_0 - \frac{3}{\sqrt{4\pi}}(\omega_{1,-1}\sin l \cos b + \omega_{1,0}\sin b - \omega_{1,1}\cos l \cos b) + \frac{15}{\sqrt{16\pi}}(\omega_{2,2}\cos 2l \cos^2 b - \omega_{2,1}\cos l \sin 2b - \omega_{2,-1}\sin l \sin 2b + \omega_{2,-2}\sin 2l \cos^2 b) + \frac{5}{\sqrt{16\pi}}\omega_{2,0}(3\sin^2 b - 1) + \dots \quad (2)$$

ÖSSZEFOGLALÁS: A gammakitörések a Világegyetem legnagyobb energiájú folyamatai. Többségükben nagy tömegű csillagok végső robbanásai távoli galaxisokban, illetve azok közelében. Tehát nagyon távoli tartományokban jelzik a Világegyetem sűrűbb részeit. Éppen ezért segítségükkel alkalmunk lehet felderíteni világunk nagy léptékű szerkezetét.

KULCSSZAVAK: műholdak, kutató műholdak, gamma-műholdak, asztrofizika, kozmológia, gammakitörések

ABSTRACT: Gamma-ray bursts (GRBs) are the most energetic explosions in the Universe. They are associated with the stellar endpoints and are found in and near distant galaxies. They are indicators of the dense part of the Universe. Their sky and spatial distribution thus can help us expose the large scale structure of the Universe.

KEY WORDS: satellites, research satellites, gamma satellites, astrophysics, cosmology, gamma-ray bursts

* DSc, Egyetemi tanár, NKE HHK Természettudományi Tanszék, tanszékvezető, horvath.istvan@uni-nke.hu. ORCID: 0000-0002-1343-1761

ahol az $\omega_{1,-1}$; $\omega_{1,1}$ és $\omega_{1,0}$ tagok a dipóltagok, az $\omega_{2,-2}$; $\omega_{2,2}$; $\omega_{2,-1}$; $\omega_{2,1}$ és $\omega_{2,0}$ tagok pedig a kvadrupóltagok. A Current BATSE katalógus [4] 2025 gammakitörés égi koordinátáit tartalmazta 1998-ban. Ezekre a fenti gömbi harmonikusokat a Student-féle t-tesztel¹ megvizsgálva az az eredmény adódott, hogy két tag is szignifikánsan nem nulla [8]. Ezen eredményeket ismerteti az 1. táblázat.

1. táblázat. A gömbi harmonikusokra kapott Student t-értékek, és azok valószínűségei (A szerző szerkesztése.)

	$\omega_{1,-1}$	$\omega_{1,1}$	$\omega_{1,0}$	$\omega_{2,-2}$	$\omega_{2,2}$	$\omega_{2,-1}$	$\omega_{2,1}$	$\omega_{2,0}$
t	1,51	1,77	0,71	2,76	1,54	3,26	0,98	0,36
%	13,4	7,7	47,7	0,6	12,1	0,1	33,3	71,9

A másik alkalmazott módszerük a Bernoulli teszt² volt. Az égbolt két részre történő osztásával és $p = 0,5$ értékkel számolva binomiális teszt alkalmazható, amely szintén anizotrópiát mutatott.

Megvizsgálva a hosszú kitöréseket, különböző hosszúságúhatárt alkalmazva, nem adódott szignifikáns anizotrópia. A rövid gammakitöréseknél mind a három különböző hosszúságúhatár esetén szignifikáns anizotrópia mutatkozott, mindhárom esetben 99%-nál nagyobb szignifikanciával (2. táblázat). Az összes kitörés 98,0%-os szignifikanciát mutatott.

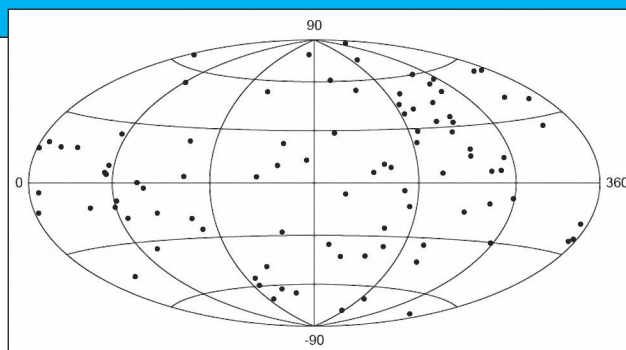
2. táblázat. Az égi helyzet véletlenszerű eloszlására alkalmazott binomiális tesztek és azok valószínűségei (A szerző szerkesztése.)

csoport	N	n_1	n_2	%
összes kitörés	932	430	502	2,0
$T_{90} < 1$ s	206	82	124	0,43
$T_{90} < 2$ s	251	103	148	0,55
$T_{90} < 10$ s	372	154	218	0,11
$T_{90} > 2$ s	681	327	354	32
$T_{90} > 10$ s	560	276	284	77
$T_{90} > 15$ s	507	257	260	59

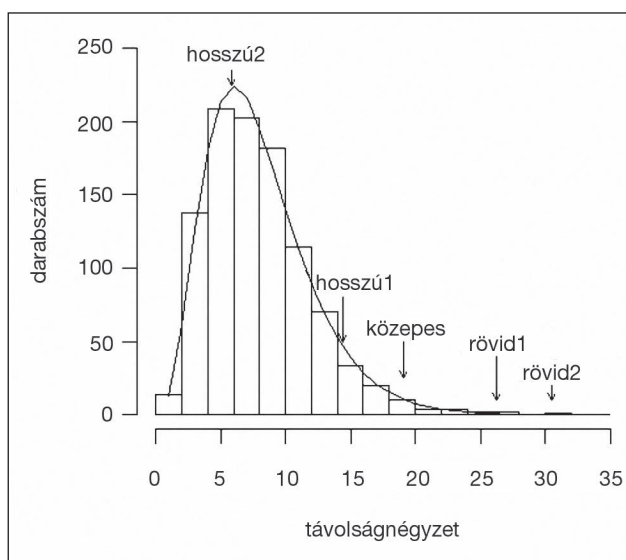
Egy hasonló munkában [11] megmutatták, hogy ha a rövid és a hosszú kitörések égi eloszlását hasonlítjuk össze, akkor azok 98,7%-os szignifikanciával térnek el egymástól.

Későbbi vizsgálataik azt mutatták, hogy a gammakitörések osztályozásban talált közepes gammakitörés-csoport égi eloszlása nem egyenletes [12]. A cikkben vizsgált 92 gammakitörés égbolton történő eloszlását mutatja a 2. ábra. Részben ezt erősítette meg Litvin és munkatársainak vizsgálata [13], akik igazolták, hogy a közepes időtartamig tartó kitörések ($2 \text{ s} < T_{90} < 8 \text{ s}$) égbolteloszlása anizotróp. Mind a két csoport, csakúgy, mint mások (például [9], [10], [14], [15]), a hosszú gammakitörések égi eloszlását izotrópnak találta.

Egy másik részletes, a BATSE kitöréseket elemző vizsgálatban [16] Voronoi-tesszelláció³, multifraktál spektrum és a gráfoknál használt minimális kifeszítőfa eljárások segítségével 13 változó eloszlását hasonlították össze a véletlen eloszlás változóival.



2. ábra. A vizsgált 92 közepes időtartamú gammakitörés eloszlása az égen [12]



3. ábra. A gammakitörések anizotrópiájára vonatkozó szignifikanciák Monte-Carlo szimuláció⁴ felhasználásával [16]

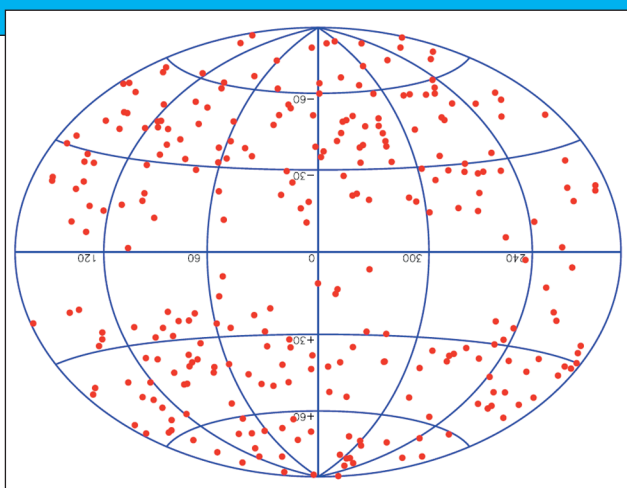
A 2-10 s hosszúságú gammakitöréseket vették közepes időtartamú kitörésnek. De a Pendleton és munkatársai [17] által bevezetett határnál fényesebb (256 ms-os csúcspénység 0,65 foton/cm²-es) kitöréseket elemezték. A 2 s-nál rövidebb kitörések alkották a rövid2, a 10 s-nál hosszabb kitörések alkották a hosszú2 csoportot. A 2 foton/cm²-s csúcspénységnél fényesebb kitöréseket elhagyva adódott a rövid1 és hosszú1 csoport. Mind az 5 csoportra előállt a 13 testváltozóból alkotott távolság négyzet jellegű mennyiség. Ezek értékeit hasonlították össze 1000 véletlen eloszlás eredményével (3. ábra).

Az elemzés a rövid kitörések égi eloszlását több mint 99%-os szignifikanciával anizotrópnak találta, míg a közepes gammakitörések esetén a szignifikancia 98,5%-os volt. A hosszú kitörések égi eloszlását ez az elemzés is véletlenszerűnek találta.

A GAMMAKITÖRÉSEK TÉRBELI ELOSZLÁSA

A kitörések égi eloszlásának vizsgálatát nagyban nehezíti a nem egyenletes égboltlefedés [18]. Az egyes műholdak detektorai különböző valószínűséggel észlelik a gammavillanásokat, illetve nem egyforma ideig figyelik meg az égbolt különböző területeit. Ezen lefedési függvényt a CGRO BATSE esetében közölték [19], míg a Swift műhold esetében publikációkban számolták (például [18] vagy [20]).

A helyzet a kitörések vöröseltolódásának meghatározásával csak kis mértékben változott, hiszen ez a több ezer gammakitörésnek csak kis részére történt meg. A 2010-es évek elejére már elérte a néhány százat a mért vörös-



4. ábra. A 2012-ben ismert vöröseltolódású 283 gammakitörés eloszlása az égbolton, galaktikus koordináta-rendszerben [25]

eltolódással rendelkező GRB-k száma. A 2012 júliusáig megfigyelt kitörések égi eloszlását mutatja a 4. ábra galaktikus koordinátákban. A Galaktikus Egyenlítő közelében láthatóan a kitörések ritkábban helyezkednek el. Ennek oka a galaktikus por, amelynek a galaxisunk síkjában való elnyelése miatt az utófényeket nehezebb megfigyelni, ennek hiányában azonban nem határozható meg a vöröseltolódás [21].

A lefedési függvény okozta effektusokat csak bonyolult eljárásokkal lehet figyelembe venni. Azonban ha feltételezzük, hogy a lefedési függvény nem függ a távolságtól, összehasonlíthatjuk az egyes alosztályok égi eloszlását egymással. Ha két kitörés különböző távolságban történik, de látszó fényességük hasonló, akkor semmi nem indokolja, hogy az egyiket nagyobb valószínűséggel mérjék a műszerek, mint a másikat, ha azonos irányban látszanak. Eltérő irány esetén, mint láttuk, lehet eltérés, pl. a galaktikus síktól való távolság függvényében. A gammakitörések belső, a kibocsátáskori fényessége több nagyságrendben mutat szórás [22]. Ez bizonyosan nagyobb, mint a távolsági faktorból eredő fényességkülönbség [23]. Ez erősíti a lefedési függvény vöröseltolódás-függetlenségére tett feltevésünket.

Ha megnézzük a 100 legközelebbi gammakitörés eloszlását az égen, és vesszük a 100 legtávolabbi kitörés eloszlását, akkor ezek hasonló effektusokkal terheltek (a lefedési függvényük nagyon hasonló). Ezért a lefedési függvény konkrét ismerete nélkül is összehasonlíthatjuk a két eloszlást, megvizsgálva van-e közöttük különbség. A 2012 júliusáig megfigyelt 283 GRB-t oszthatjuk három hasonló darabszámú csoportra is, és a csoportokat páronként összehasonlíthatjuk egymással. Figyelembe véve, hogy a kitörések igen nagy távolságban vannak (100 Mpc-től több ezer megaparszekig), a kozmológiai elvárások szerint az égi eloszlást véletlenszerűnek várjuk [24]. Tehát, ha két csoportot összehasonlítva az égi eloszlásukat hasonlónak találjuk, de a harmadik csoport égi eloszlása mind a kettőtől különbözik, akkor ennek a harmadik csoportnak megfelelő távolságban a gammakitörések eloszlása nem egyenletes. Az ezzel kapcsolatos vizsgálatok bemutatását a tervek szerint egy következő cikk tartalmazza.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Pérez-Ramírez, D. et al., „Detection of the high z GRB 080913 and its implications on progenitors and energy extraction mechanisms” *Astronomy and Astrophysics* 510 (2010): A105.
<https://doi.org/10.1051/0004-6361/200811151>;

- [2] Horváth, I. et al., „Classifying GRB 170817A/GW170817 in a Fermi Duration–Hardness Plane” *Astrophysics and Space Science* 363, sz. 3 (2018): 53.
<https://doi.org/10.1007/s10509-018-3274-5>;
- [3] Fishman, Gerald J. et al., „The First BATSE Gamma-Ray Burst Catalog” *The Astrophysical Journal Supplement Series* 92 (1994): 229–283.
<https://doi.org/10.1086/191968>;
- [4] Meegan, C. A., Pendleton, G. N. and Briggs, M. S., „Current BATSE Gamma-Ray Burst Catalog” eredeti hely: <http://www.batse.msfc.nasa.gov/data>, jelenlegi hely: <http://gammaray.msfc.nasa.gov/batse/grb/catalog/current> (Letöltve: 2021.5.17.);
- [5] Atteia, J.-L., et al., „A Second Catalog of Gamma-Ray Bursts: 1978–1980 Localizations from the Interplanetary Network” *The Astrophysical Journal Supplement Series* 64, (1987). 305–382
<https://doi.org/10.1086/191198>;
- [6] Quashnock, J. M., és D. Q. Lamb., „Evidence for the Galactic Origin of Gamma-Ray Bursts” *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 265, sz. 1 (1993): L45–50.
<https://doi.org/10.1093/mnras/265.1.L45>;
- [7] Horváth I, Mészáros A, Balázs LG, Bagoly Z., „Where is the Third Subgroup of Gamma-Ray Bursts?” *Baltic Astronomy* 13 (2004). 217–220.;
- [8] Balázs L. G., Mészáros A. és Horváth I., „Anisotropy of the sky distribution of gamma-ray bursts” *Astronomy and Astrophysics* 339 (1998): p. 1–6.
<http://adsabs.harvard.edu/full/1998A%26A...339....1B> (Letöltve: 2021.5.17.);
- [9] Briggs, Michael S. et al., „BATSE Observations of the Large-Scale Isotropy of Gamma-Ray Bursts” *The Astrophysical Journal* 459 (1996): 40–63. <https://doi.org/10.1086/176867>;
- [10] Tegmark, Max, Dieter H. Hartmann, Michael S. Briggs, és Charles A. Meegan, „The Angular Power Spectrum of BATSE 3B Gamma-Ray Bursts” *The Astrophysical Journal* 468 (1996. szeptember): 214.
<https://doi.org/10.1086/177684>;
- [11] Balázs, L. G., A. Mészáros, I. Horváth, és R. Vavrek, „An intrinsic anisotropy in the angular distribution of gamma-ray bursts” *Astronomy and Astrophysics Supplement Series* 138, sz. 3 (1999): 417–18.
<https://doi.org/10.1051/aas:1999290>;
- [12] Mészáros Attila, Zolt Bagoly, Istvan Horváth, Lajos G. Balázs, és Roland Vavrek, „A Remarkable Angular Distribution of the Intermediate Subclass of Gamma-Ray Bursts” *The Astrophysical Journal* 539, sz. 1 (2000): 98–101. <https://doi.org/10.1086/309193>;
- [13] Litvin, V. F., S. A. Matveev, S. V. Mamedov, és V. V. Orlov, „Anisotropy in the Sky Distribution of Short Gamma-Ray Bursts” *Astronomy Letters* 27, sz. 7 (2001): 416–20. <https://doi.org/10.1134/1.1381609>;
- [14] Meegan, C. A., et al., „Spatial Distribution of γ -Ray Bursts Observed by BATSE” *Nature* 355, sz. 6356 (1992): 143–45. <https://doi.org/10.1038/355143a0>;
- [15] Magliocchetti, M., G. Ghirlanda, és A. Celotti, „Evidence for Anisotropy in the Distribution of Short-Lived Gamma-Ray Bursts” *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 343, sz. 1 (2003): 255–58.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-8711.2003.06657.x>;
- [16] Vavrek, R., L. G. Balázs, A. Mészáros, I. Horváth, és Z. Bagoly, „Testing the Randomness in the Sky-Distribution of Gamma-Ray Bursts” *Monthly*



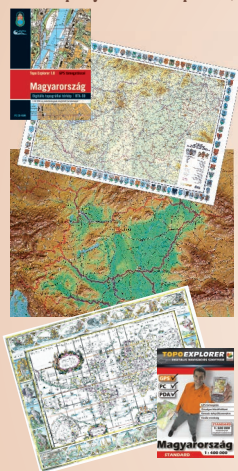
- Notices of the Royal Astronomical Society 391, sz. 4 (2008): 1741–48.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2966.2008.13635.x>;
- [17] Pendleton, G. N., W. S. Paciesas, M. S. Briggs, R. D. Preece, R. S. Mallozzi, C. A. Meegan, J. M. Horack, és mtsai, „The Identification of Two Different Spectral Types of Pulses in Gamma-Ray Bursts” *The Astrophysical Journal* 489, sz. 1 (1997): 175–98.
<https://doi.org/10.1086/304763>;
- [18] Bagoly Zsolt, Lajos György Balázs, István Horváth, István I. Rácz, László Viktor Tóth, és Jon Hakkila. „The GRB’s Sky Exposure Function” In *Proceedings of Swift: 10 Years of Discovery – PoS(SWIFT 10)*, 060. La Sapienza University, Rome, Italy: Sissa Medialab, 2015. <https://doi.org/10.22323/1.233.0060>;
- [19] Meegan, Charles A. et al., „The Third BATSE Gamma-Ray Burst Catalog” *The Astrophysical Journal Supplement Series* 106 (1996): 65.
<https://doi.org/10.1086/192329>;
- [20] Ukwatta, T. N., és P. R. Woźniak, „Investigation of Redshift- and Duration-Dependent Clustering of Gamma-Ray Bursts” *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 455, sz. 1 (2016): 703–11.
<https://doi.org/10.1093/mnras/stv2350>;
- [21] Mészáros, A., Z. Bagoly, L. G. Balázs, és I. Horváth, „Redshift distribution of gamma-ray bursts and star formation rate”. *Astronomy & Astrophysics* 455, sz. 3 (2006): 785–90.
<https://doi.org/10.1051/0004-6361:20053807>;
- [22] Piran, Tsvi, Re’em Sari, és Robert Mochkovitch. „Prompt emission from gamma-ray bursts”. In *Gamma-Ray Bursts*, szerkesztette Chryssa Kouveliotou, Ralph A. M. J. Wijers, és Stan Woosley, 121–50. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511980336.008>;
- [23] Balázs, L. G., Z. Bagoly, I. Horváth, A. Mészáros, és P. Mészáros. „On the difference between the short and long gamma-ray bursts”. *Astronomy & Astrophysics* 401, sz. 1 (2003): 129–40. <https://doi.org/10.1051/0004-6361:20021863>;
- [24] Paál, G., Horváth, I. and Lukács, B. “Inflation and Compactification from Galaxy Redshifts?” *Astrophysics and Space Science* 191, 1. szám (1992):107–124. <https://doi.org/10.1007/BF00644200>;
- [25] <http://lyra.berkeley.edu/grbox/grbox.php> (Letöltve: 2014.2.12.).

JEGYZETEK

- 1 A hipotézisvizsgálatok általános célja, hogy a populációból szerzett minták tulajdonságai között különbséget keressenek. Ezek az összehasonlítások alapvetően azt feltételezik, hogy a minták között nincs számottevő (szignifikáns) eltérés. Ezt a feltételezést nevezzük nullhipotézisnek. A különbségek keresésére leggyakrabban a hipotézisvizsgálatok közé tartozó t-próbákat használjuk. A t-próbák általánosan azt feltételezik, hogy a minták átlagai között nem találunk eltérést és a nevét jelző próbat statisztika értéke, azaz a „t-érték”, követi a Student-féle t-eloszlást.
- 2 A valószínűség-számításban és a statisztika területén a Bernoulli-eloszlás egy diszkrét valószínűség-eloszlás, amelyet Jakob Bernoulli svájci matematikusról kapta a nevét. Egy Bernoulli-kísérlet kimenetele kétféle lehet, ennek megfelelően a Bernoulli-eloszlás két értéket vehet fel.
- 3 Csupán a mért koordináták ismeretében is megbecsülhetők a cellák által lefedett területek. A Voronoi-tesszelláció az adott kétdimenziós tér konvex sokszögekre való felosztását jelenti n generáló pont segítségével. A Voronoi-cella egy olyan sokszöget jelöl, amelynek az összes belső pontja közelebb van a saját generátor pontjához, mint az összes többi generátor ponthoz. Ebben a koncepcióban pedig a sugárforrások szolgálnak a tesszelláció generátor pontjaiként.
- 4 A Monte-Carlo-módszer egy olyan sztochasztikus szimulációs módszer, amely számítástechnikai eszközök segítségével előállítja egy adott kísérlet végeredményét. A módszer felhasználási területe mára már majdnem minden természettudományos diszciplínára kiterjedt. Hasonló véletlenszámokat lehetne generálni a kaszinók kedvelt játékaival, a rulettel is, kifejlesztője Neumann János ezért nevezte el Monte-Carlo-módszernek.

HM ZRÍNYI TÉRKÉPÉSZETI ÉS KOMMUNIKÁCIÓS SZOLGÁLTATÓ KÖZHASZNÚ NKFT.

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



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

ÜGYFÉLSZOLGÁLAT ÉS TÉRKÉPBOLT:

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

• PrePress – Nyomdai előkészítés

- szöveg-, grafika- és képfeldolgozás, kiadványszerkesztés
- ellenőrző nyomatok, digitális proofok előállítása
- bel- és kültéri tablók, bannerek nyomtatása
- hagyományos és elektronikus montírozás, színrebotás
- nyomóformák előállítása nyomdai filmről, illetve CTP-technológiával

• Gyorsokszorozás

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

• Press – Nyomtatás

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

• PostPress – Kötészeti feldolgozás

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

• Vákuumformázás

- vákuumformázó szerszámok, terepasztalok előállítása CNC-technológiával
- vákuumformázás

NYOMDAI GYÁRTÁSELŐKÉSZÍTÉS: +36 (1) 336-2035



14. ábra. A Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretében beszerzett Gidrán páncélozott harcjárművek fogadása a Budaörsi Repülőtéren
(Fotó: Kertész László/HM Zrínyi Nonprofit Kft./honvedelem.hu)

Ocskay István* – Vágner Szabolcs**

Gidrán – egy növelt aknavédelemmel rendelkező harcjármű megjelenése a Magyar Honvédségben **II. rész**

A Magyar Honvédség új beszerzésű, növelt aknavédelemmel rendelkező harcjárműve jelentős mértékben csökkenti azokat a harctéri veszteségeket, amelyeket az improvizált robbanó eszközök okozhatnak a hagyományos kialakítású harcjárművekben. A szerző, tanulmányának első részében nemzetközi (iraki, afrikai, afganisztáni stb.) példák segítségével felidézte a növelt aknavédelemmel rendelkező járművek történetét, majd bemutatta a járműépítéssel foglalkozó török Nurol Makina gyárat. A második rész részletesen kitér az üzem által gyártott harcjárműtípusokra, majd bemutatja az Ejder Yalçın (4x4) típusú Block 4. verziót, amelyet a Magyar Honvédségben Gidrán néven rendszeresítettek.

A NUROL MAKINA MRAP TERMÉKEI

A Nurol Makina A.Ş. vállalat első katonai terméke a román Romarm S.A. állami vállalattal közösen készített RN-94 típusú, 6x6 hajtásképletű páncélvédett jármű volt, amelynek minden elemét az ankarai telephelyen tervezték, fejlesztették és gyártották. Az első prototípus – amelyet Romániában tartós teszteknek vetettek alá – 1995-ben készült. A próbaidőszak tapasztalatai alapján épített további 5 db eszközt 1997-ben a török hadsereg sikeresen tesztelte (15. ábra), de végül az FNSS gyártotta Pars kerek harcjárműcsalád 6x6 és 8x8 hajtásképletű járműveit rendszeresítette alakulatainál. [15]

* Ezredes, MH Modernizációs Intézet, parancsnokhelyettes, K+F igazgató, NKE HHK Katonai Műszaki Doktori Iskola, doktorandusz.

ORCID: 0000-0003-0279-8215

** Örnagy, MHP Haderőtervezési Csoportfőnökség, Szárazföldi Hadfelszerelési Rendszerek Fejlesztési Főnökség, főtiszt. ORCID: 0000-0002-8889-3936



15. ábra. Egy, a török teszteken részt vevő RN-94-es páncélozott harcjármű [17]



16. ábra. Egy Ejder 6x6 páncélozott szállító harcjármű sivatagi terepen [18]

A mintegy 13 tonnás harcjárműből végül egyedül Banglades rendelt meg 9 db egészségügyi kiürítő változatot 2005-ben.

Az RN-94-essel nyert tapasztalatok alapján, még 2005-ben az osztrák Steyr-Daimler-Puch of Austria vállalattal kötöttek licenstszerződést a Pandur-II harcjárművek törökországi gyártására, de a török hadsereg igényei azt diktálták, hogy török tervezéssel és gyártással készüljenek el a harcjárművek, a legkevesebb külföldi beszállítói kitettség-gel. Ezen követelmények figyelembevételével került sor a

vállalat első saját tervezésű és gyártású harcjárműve, az Ejder 6x6 harcjármű gyártáselőkészítésére. Az RN-94 típusú páncélozott szállító harcjármű tervezésével és gyártásával nyert tapasztalatokat jól hasznosították a vállalat első növelt aknavédelemmel rendelkező harcjárművének gyártása során, amelyre a török hadsereg igénye alapján 2006-ban került sor. A sikeres tesztek a hadsereg és a biztonsági szolgálatok megrendeléseit követték, amelyek teljesítése érdekében szükséges volt olyan gyártósor összeállítása, amely alkalmas páncéllemezek hideghajlítására nagyobb dimenziókban is. Ebből a célból vásárolták azt a 2000 tonnás hidegen hajlító gépet is, amelynek mérete lehetővé teszi nemcsak a 4x4, hanem a 6x6, sőt a 8x8 hajtásképletű páncélozott harcjárművek oldalpáncéljának egyhosszban történő hajlítását is. Az Ejder²¹ 6x6 harcjármű gyártásához szükséges további szerszámgépek – így az öttengelyes lézervágók és marógépek, valamint a héttengelyes hegesztőgépek – beszerzése is ekkor került sor. Az Ejder 6x6 harcjárművek gyártása 2009 februárjában az örmény belbiztonsági erők megrendelésére, 72 db harcjármű legyártásával indult meg. Egy ilyen típusú harcjármű sivatagi tesztje látható a 16. ábrán.

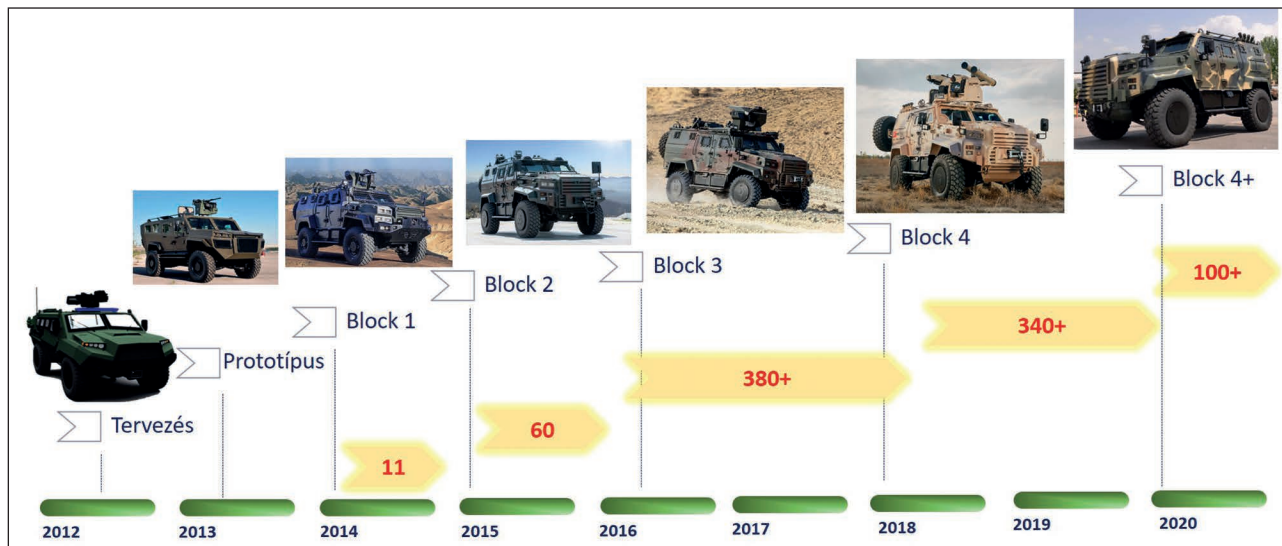
A vállalat az Ejder sikerén felbuzdulva további, más feladatokra is alkalmas – többek között Ejder Yalçın, NMS növelt aknavédelemmel rendelkező harcjárművet, ILGAZ II belbiztonsági járművet, Ejder Toma tömegoszlató járművet, vagy az Ejder Kunter hegyvidéki körülményekre optimalizált különleges rendeltetésű – páncélozott járművet gyárt a hazai és a nemzetközi piacra.

AZ EJDER YALÇIN JÁRMŰVEK FEJLESZTÉSE

A török hadsereg, illetve a koalíciós csapatok által a különféle hadműveletek és békátámogató feladatok során nyert tapasztalatok, illetve a hazai újráfogalmazott követelmények kielégítése érdekében 2012-ben a Nurol Makina vállalat megkezdte az újgenerációs, növelt aknavédelemmel rendelkező harcjárművek tervezését Ejder Yalçın név alatt, amelyeknek alkalmasnak kellett lenniük a városi és a hagyományos hadviselés körülményei között történő alkalmazásra is.

A jármű fejlesztésének evolúcióját szemlélteti a 17. ábra, amely alapján négy különböző verziót különböztethetünk

17. ábra. Az Ejder Yalçın MRAP jármű fejlesztésének lépcsőfokai a tervezéstől napjainkig (Forrás: szerzői szerkesztés)





18. ábra. Az Ejder Yalçın harcjármű számítógépes terve 2012-ből (Forrás: Nurol Makina)



19. ábra. Az Ejder Yalçın harcjármű prototípusa az IDEF'13 kiállításon Isztambulban [19]

20. ábra. Az Ejder Yalçın Block 2. harcjármű egy változata az Aselsan vállalat gyártotta SARP típusú, távirányított toronnyal szerelve (Forrás: Nurol Makina)



meg a jármű korszerűsítése és gyártása során. Lássuk, hogy ezek a változatok, amelyeket „Block”-ként emlegetnek, miben is térnek el egymástól, és melyek azok főbb jellemzői!

A 2012 novemberében megkezdett tervezést követően, 2013-ra elkészült a jármű prototípusa, amelyből egy példányt már a 2013 nyarán Isztambulban megrendezett IDEF'13 (International Defence Industry Fair) nemzetközi védelmi ipari vásáron bemutattak. A tervezés nagymértékben alapult a korábbi 6x6 kerékképletű Ejder 6x6 járműre, de a konstruktőrök alapvetően a HMMWV és az MRAP kategóriák közötti igények kielégítésére fókuszáltak. Céljuk a nagy sebességű feladatvégrehajtás, illetve az ehhez köthető lehető legnagyobb hasznos teherbírás párosítása volt, amellyel a különleges műveleti erők (SOF²²) által támasztott követelményeket tartották szem előtt. A jármű tervét a 18. ábra szemlélteti, míg ehhez képest az isztambuli kiállításon bemutatott harcjármű jelentős eltérést mutat, ahogy az a 19. ábrán is látható.

2014-ben készült el a mai Ejder Yalçın harcjármű őskének számító Block 1. harcjármű, amelyből alapvetően tesztelési és koncepciófejlesztési céllal gyártottak 11 db-ot a török rendőrség különleges műveleti egységei számára, a szintén török Aselsan A.Ş. vállalat által gyártott SARP²³ távirányított toronnyal szerelve.

Az első sorozatgyártásra érett jármű a 2015-ben bemutatkozó Block 2. volt. E jármű építése során már felhasználták mindazokat a hadműveleti környezetben nyert tapasztalatokat is, amelyeket az előző tesztoszériával szereztek. Ezek alapján lecserélték a korábban alkalmazott, 222 kW (300 LE) teljesítményű motort egy soros elrendezésű, hat-hengeres, 259 kW-os (350 LE-s) Cummins dízelmotorra, ezzel növelve a 14 tonnás jármű teljesítménydotációját és nyomatókát is. A hegyvidéki terepen nyert tapasztalatok alapján erősebb motorfékkel és retarderrel²⁴ látták el a jár-



művet. Mivel ez a jármű – eltérően sok más gyártó MRAP kategóriás eszközeitől – nemcsak a küzdőteret védi az aknarobbanások és az oldalról érkező fenyegetések ellen, hanem a motorteret is védelemben részesíti, ezért a zárt beépítés miatt növelni kellett a teljesen körbepáncélozott motor hűtését is, egy új, megnövelt kapacitású hűtőrendszer beépítésével. Természetesen az új, erősebb motor nagyobb teherbírású erőátviteli elemeket igényelt, amelyek nyomán a jármű teherbírása növekedett, e mellett a masszívabb futóművekkel és terepvaltóval a terepakadályok is könnyebben leküzdhetővé váltak. A tesztelés során összegyűjtött adatok alapján megváltoztatták a futóművek rugózási karakterisztikáját, és a küzdőtérben elhelyezett ülések komfortosságán is javítottak. A módosítások érintették a fegyverrendszert is, így a korábbi SARP-torony helyett annak fejlettebb, több fegyver integrációjára is képes SARP-II változatát építették be az eszközbe. A török belbiztonsági erők részére 2015–2016. között leszállított 60 db eszközből mutat egy Block 2. verziójú járművet a 20. ábra.

A Block 2. változatú jármű kifejlesztésével nem állt le a gyár a fejlesztésekkel, és az egyre nagyobb eszközállomány által biztosított, folyamatosan érkező tapasztalatok alapján kezdték meg 2016-ban az Ejder Yalçın következő generációjának tervezését. A Block 3. verzióknak nevezett szériára jellemző a tovább erősített aknavédelem kialakítása, amelyhez igazítva növelték a motor és az erőátviteli berendezések teherbírását, teljesítményét 278 kW-ra (375 LE-re), valamint a jármű további megbízhatósági és ergonómiai fejlesztéseket kapott. Egyik ilyen újdonság, hogy a jármű körüli tér figyelésére két darabban több tükröt, mellő és hátsó keresőlámpákat, illetve több, új típusú kamerát telepítettek a jármű külső felületére körkörös, amelyekkel a küzdőtérben helyet foglalók már nemcsak nappali körülmények között, hanem éjszaka is képesek a környezet figyelésére. Szintén a komfortot fokozta, de ezzel együtt a terepjárási képességek növelését is eredményezte az alkalmazott kerékabroncs méretének növelése, mert a korábbi 365/80 R 20 méretű kerekek helyére a 395/80 R 20 méretű, defektűző gumiabroncsokkal szerelt könnyűfém keréktárcsák kerültek. A személyzet és a jármű túlélési esélyeinek növelése érdekében belső tűzfajtó, és külső, a gumiabroncsokra ható tűzoltórendszert kapott az eszköz, amely automatikusan és kézi üzemmódban is indítható.

Ez a széria olyan paraméterekkel rendelkezett, amely már felkeltette más országok fegyveres testületeinek ér-

21. ábra. Egy Block 3. sorozatú Ejder Yalçın harcjármű 12,7 mm űrméretű nehéz géppuskával szerelt Aselsan SARP II. típusú távirányított toronnyal (Forrás: Nurol Makina)



22. ábra. Páncéltörő rakétaindítóval szerelt Block 4. változatú Ejder Yalçın harcjármű a gyár teszt pályáján (Forrás: Nurol Makina)

deklódását is, és a hazai beszerzéseken túl 800 db eszköz külföldre került. A jármű első külföldi megrendelője 2017-ben Tunézia volt, amely először 75 db, majd a pozitív tapasztalatok alapján további 150 db eszközt rendelt meg. Szenegál 25 darabot rendelt, Katar fegyveres ereje pedig 342 eszközt, amelyekből több mint 200 db leszállítása 2020-ban megvalósult. Üzbegisztán 24 járművet rendelt, ám hazai gyártásban tervezi további 1000 db eszköz előállítását. Egy Block 3. szériájú jármű látható a 21. ábrán.

A következő generációváltásra 2018-ban került sor, amikor a nemzetközi tapasztalatokra építve, a gyár szakemberei kifejlesztették a Block 4. verziójú Ejder Yalçın harcjárművet (22. ábra). Az egyre bővülő tapasztalatok alapján tovább erősítették a harcjármű motorjának hűtési rendszerét, hogy melegebb, szélsőségesebb éghajlati körülmények között is tartósan működtetni lehessen a járműveket. Ennek köszönhető a nagyobb teljesítményű hűtő-fűtő-légkondicionáló berendezés beépítése is, amellyel a küzdőtér ergonómiai követelményeinek jobban megfelelő környezet alakítható ki.

A vállalat, elsősorban az Ejder Yalçın harcjárművek értékesítéséből nyert tapasztalatok alapján felhagyott a más kerékrendezésű járművek fejlesztésével, és kizárólag ezen járművek gyártására szakosodott. A jelenleg gyártásban lévő változat a Block 4+, amelynek előállítását 2020-ban kezdték, és amelyekből már több mint 500 db-ra előrendeléssel rendelkeznek, mind belföldi, mind külföldi

23. ábra. Az Ejder Yalçın Block 4+ harcjármű tűzszerész manipulátor karral, kitolható árbóca szerelt felderítő-kamerával és Aselsan SEDA lövésdetektáló rendszerrel felszerelt változata (Forrás: Nurol Makina)



hadsergek részéről. Ebben a legutolsó verzióban tovább fejlesztették a kezelőszemélyzet kényelmi rendszereit, elsősorban a légkondicionáló egységet, valamint az ergonómiai feltételeket növelték tovább. A vezető éjjellátó kamera-rendszert kapott, és fokozták a hidraulikarendszer megbízhatóságát is.

A járműveknek több, feladatorientált típusa is ismert, mint a légvédelmi rakétákkal felszerelt változat, illetve a tűzvezető, páncéltörő, páncélozott mentő, vagy a tűzszerész robotkarral rendelkező műszaki/tűzszerész harcjármű. (23. ábra).

GIDRÁN, A MAGYAR SÁRKÁNY

Már a fejlesztésekre vonatkozó stratégiai tervek kialakításának kezdeti szakaszában világossá vált, hogy a Zrínyi HHP célkitűzéseinek megvalósításához növelt páncélvédelemmel rendelkező multimoduláris terepjáró eszközökre is szükség lesz. Ezek az eszközök nem csupán a „páncélozott többcélú moduláris harcjárműképesség” kialakításához szükségesek, hanem más, az MH fejlesztésének gerincét képező programok, mint pl. a harcokcsi- és tűzérképesség, vagy a gépesített lövészképesség megvalósulásához is elengedhetetlenek.

A hadműveleti követelményeinket minden tekintetben kielégítő, a célnak leginkább megfelelő jármű kiválasztását egy alapos, és minden harcászati, műszaki és gazdasági körülményt figyelembe vevő piackutatás előzte meg, amely során a szakemberek áttekintették az ilyen kategóriájú járműveket gyártó, megfelelő gyártási tapasztalattal és kapacitással rendelkező országokat és vállalkozásokat.

Ezt követően kizárták a potenciálisan beszerzésre javasolt kerekes harcjárművek köréből azokat, amelyek gyártói a nagy távolság miatt gazdaságtalanul és nehézkesen tudnák biztosítani a (hadrafoghatóság érdekében fontos) folyamatos logisztikai ellátást. Szintén elvetették azoknak a járműveknek a beszerzését, amelyekből csak prototípus létezett, azaz a sorozatgyártásra alkalmas végső, kiforrott változat megjelenése éveket venne igénybe. Tekintettel a Zrínyi HHP keretében megvalósuló képességfejlesztések ütemezésére, olyan járművek beszerzésére volt szükség, amelyek legalább sorozatgyártásra érettek, és fejlesztésükbe valós harci tapasztalatok integrálására is sor került.

A Nurol Makina gyár terméke akkor került a Magyar Honvédség figyelmének középpontjába, amikor 2017. december elején, a Szlovák Fegyveres Erők meghívására egy szakértői csoport kiutazott a Zahorie tesztpályára, ahol a

szlovák tenderen induló 4x4 hajtásképletű páncélvédett eszközök gyártói, benevezett eszközeikkel a szlovák hadsereg részére tartottak bemutatót. A járművek között a szlovákok által gyártott *Aligator-2*, a török NUROL/FNSS és az Otokar vállalatok által forgalmazott *Ejder Yalçın*, *PARS* és *Cobra II*, a BAE System által gyártott *Eagle-4*, az Egyesült Arab Emírségek NIMR Automotive LLC és cseh VOP vállalatok együttműködésével gyártott *Ajban*, a német KMW vállalat *Dingo-2*, valamint a Nexter által forgalmazott *Renault Sherpa* járművek képességeit vizsgálták. Már ekkor, a bemutatón megjelent 7 gyártóból a Nurol Makina vállalat eszköze nyújtotta a legdinamikusabb bemutatót, és ezzel felkeltette az érdeklődők figyelmét. (24. ábra)

A helyszíni szóbeli megbeszélések nyomán, 2017. december 14-én a Rába Járműipari Holding Nyrt. pécsi tesztpályáján a török jármű gyártója egynapos dinamikus bemutatóval egybekötött prezentáció keretében megmutatta az MH szakemberei részére mire is képes a harcjármű. A bemutatót részt vevő szakértők megállapították, hogy az eszközt nagyfokú ergonómia, mozgékonyaság, védettség és variálhatóság jellemzi, így a kor műszaki követelményeinek megfelelő, kategóriájában a többi eszközzel versenyképes.

Mindezeket összevetve, a potenciálisan beszerzésre javasolt kerekes harcjárművek köre jelentősen leszűkült, és a szakemberek összehasonlították a még versenyben maradt eszközök műszaki-technikai paramétereit. Végül a piackutatást végző bizottság arra a megállapításra jutott, hogy a mozgékonyaság, a manőverezőképesség, az integrálható fegyverrendszerek, az elérhető konfigurációk, illetve a legfőbb prioritásként kezelt ballisztikus, illetve akna elleni védettség figyelembevételével a török Nurol Makina által gyártott *Ejder Yalçın* (4x4) típusú Block 4. verziójú jármű beszerzése javasolt. A döntés megszületését, és egy sikeres beszerzési eljárást követően, 2018. október 5-én a megrendelő és a gyártó aláírta azt a keretszerződést, amely megteremtette a kezdeti feltételeit annak, hogy a Zrínyi HHP keretében beszeressék az MH fejlesztéséhez szükséges páncélozott, többcélú, moduláris, növelt aknavédelemmel rendelkező kerekes harcjárműveket. Ezen eszközök mellett az aláírt szerződés tartalmazza a gyár kínálati palettáján szereplő, akkor még csak tesztelési fázisban lévő NMS²⁵ 4x4 kerékképletű „kistestvér” beszerzését is, amely jellemzően a különleges műveleti erők által házánkban alkalmazott HMMWV jármű leváltását teszi lehetővé. Az akkor még név nélkül szereplő eszköz azóta megkapta az NMS Yörük, azaz a Nomád nevet.

2019 májusában, a Budaörsi Repülőtérén rendezett bemutatón mindkét eszközt láthatta az érdeklődő közönség.

24. ábra. Az Ejder Yalçın Block 3. verziója a Zahorie-ban tartott bemutatót (Fotó: Ocskay István)



25. ábra. Az Ejder Yalçın harcjármű küzd a Rába Nyrt. pécsi tesztpályájának eltolt szinuszai (Fotó: Ocskay István)





26. ábra. Az NMS Yörük és az Ejder Yalçın harcjárművek a 2019-es budaörsi haditechnikai bemutaton (Fotó: Ocskay István)



27. ábra. A Gidrán harcjármű logójának elfogadott terve (Fotó: Ocskay István)

Az Ejder Yalçın már az új normáknak megfelelő álcázó színekkel mutatkozott be, amely színek kombinációja azóta már visszaköszönt a 2020 júliusában bemutatkozó Leopard 2A4HU harcjárműveken is.

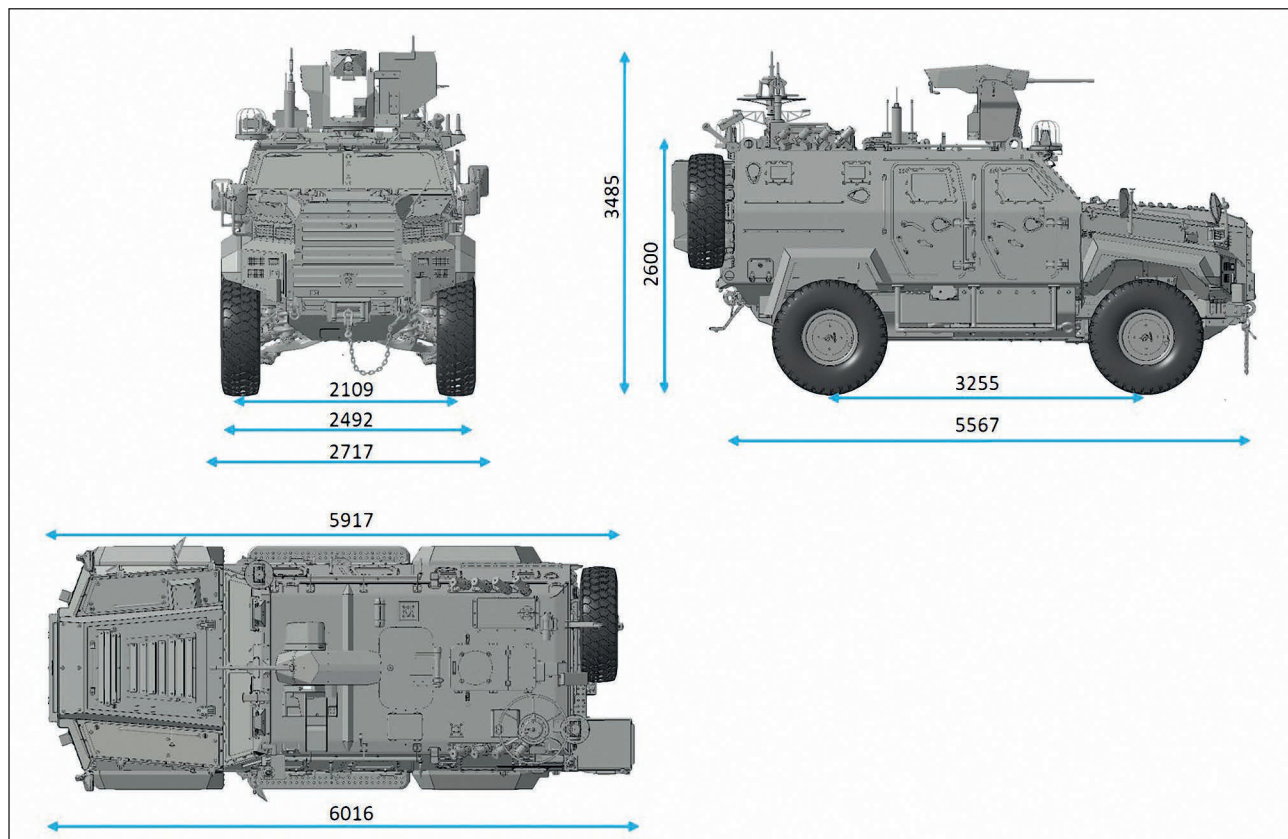
Az Ejder Yalçın Block 4+ jármű főbb méreteit és a legfontosabb általános műszaki-technikai paramétereit az 1. táblázat foglalja össze.

Mivel az Ejder Yalçın név a magyarok számára nehezen

kiejthető, másrészt az új beszerzésű eszközök „meghonosítása” érdekében javaslat született a harcjármű elnevezésére, amely Gidrán²⁷ néven kerül be az MH eszközparkjába. A nemes profilvágású, erős csontozatú, középnehéz, szilárd szervezetű és széles körben alkalmazható ló méltó jelképe a magyar igények szerint kialakított Ejder Yalçın járműveknek. A névválasztáshoz kapcsolódóan, a gyártó lófejet ábrázoló logóra cseréli a korábbi sárkány rajzolatú logóját. (27. ábra)

A Magyar Honvédség igényei szerint kialakított jármű általános műszaki-technikai paramétereit alapvetően meg egyeznek az előzőekben ismertetett Ejder Yalçın Block 4+ harcjármű adataival, vagy csak kis mértékben térnek el attól. Eltérés jellemzően ott keletkezik, ahol az MH-ban rendszeresített eszközök, fegyverek elhelyezése miatt arra szükség volt. A Gidrán főbb méreteit a 28. ábra mutatja be.

28. ábra Az Ejder Yalçın Block 4+ harcjármű főbb méretei mm-ben (Forrás: Gidrán kezelési utasítás)



1. táblázat. Az Ejder Yalçın Block 4+ verzió általános műszaki-technikai paraméterei (Forrás: a szerzők szerkesztése)

Főbb méretek	Hosszúság (mm) (tűkrök nélkül)	6016
	Szélesség (mm)	2492
	Magasság (mm) (a lövegtoronytól)	3345
	Nyomtávolság (mm)	2109
	Hasmagasság (mm)	473
	Első terepszög (°)	44
	Hátsó terepszög (°)	46
Tömegadatok	Saját tömeg (lövegtorony nélkül) [kg]	15 200
	Tömeg harc képes állapotban (lövegtoronnyal) (kg)	16 700
	Terhelhetőség (kg)	4000
Páncélvédetség	Ballisztikai	EN 1522 FB7
	Aknavédelem	STANAG 4569 AEP 2 Level 2b/4a
Erőforrás	Típus	Cummins ISL9 E3 8.9 l 6 h. dízel, turbófeltöltős
	Lökettérfogat (cm ³)	8900
	Maximális teljesítmény 2100 1/min fordulatszámon (kW)	275
	Maximális nyomaték 1100–1400 1/min fordulatszámon (Nm)	1550
	Környezetvédelmi besorolás	EURO 3
Erőátvitel	Hajtáslánc	Egyenlő erőelosztás, tengelyek és kerekek között zárható, állandó 4x4-es hajtás
	Sebességváltómű	Allison 3200SP, hatsebességes automata, retarderrel rendelkező
	Osztómű	MTC 60/420, központi differenciálzárral rendelkező
Járomű	Futómű	Független kerékfelfüggesztés dupla lengőkarral, tekercsrugóval és lengéscsillapítóval
	Hajtott kerekek száma (db)	4 (állandó)
	Maximális sebesség úton (km/h)	120
	Gumiabroncs	Michelin 395/85R20 XZL, defektűrő (Finebel A 25), központi kerékfűvató
	Fékek	kétkörös, elektronikusan vezérelt légfék, Westing jellegű rögzítőfék a hátsótengelyen. Minden keréken légűtésű tárcsafék.
	Rásegítő rendszerek	ABS és motorfék
Hatótávolság (km)		700
Üzemanyagtartály kapacitása (liter)		200
Gázlóképeség (mm)		900
Árokáthidaló képeség (mm)		1100
Lépcsőmászó képeség (mm)		500
Fordulási sugár (m)		7,75
Maximális oldaldőlés (%)		30
Emelkedő leküzdő képeség (%)		60
Működési hőmérséklet (°C)		–32 / +55
Felépítmény		Önhordó „V” monocoque kialakítású páncéltest hegesztett páncéllemezekből
Szállítható személyek száma (fő)		3+6
Elérhető konfigurációk		1. parancsnoki 2. páncéltörő 3. légvédelmi 4. felderítő 5. személyszállító 6. határvédelmi felderítő- és biztonsági jármű 7. páncélozott harc jármű 8. EW ²⁶ , zavaró jármű 9. akna-, illetve IED-felderítő és tüzserész jármű 10. ABV-felderítő gépjármű, 11. radarral rendelkező jármű 12. mentőjármű 13. rendfenntartó jármű
Fegyverrendszer-integrálási lehetőségek		Távvezérlésű stabilizált fegyverrendszer. 1. 7,62 mm géppuska 5. légvédelmi rendszer 2. 12,7 mm géppuska 6. páncéltörő rendszer 3. 40 mm gránátvető



29. ábra. Az Aselsan vállalat SEDA lövésérzékelője, illetve SARP II távirányított tornya M2 12,7 × 99 mm-es nehéz géppuskával szerelve egy Ejder Yalçın tetőpáncélján [20]

Elmondható, hogy az MH igényeinek megfelelően kialakítandó típusvariációk mindegyike rendelkezni fog a motortól függetlenül működtethető kiegészítő energiaforrással²⁸, amely leállított járműmotornál is biztosítja a beépített rendszerek (fegyverrendszer, kommunikáció, felderítőeszközök) csendes, üzemanyagtakarékos és tartós működését. Az APU egységet a jármű farpáncélján, bal oldalon helyezik el. A dízelüzemű kiegészítő fűtőberendezés hideg időben a jármű motorját és a küzdőteret egyaránt felmelegíti, ugyanakkor a kollektív vegyvédelmi berendezések (CBRN szűrő, túlnyomás biztosítása) működése esetén is biztonságosan üzemeltethető klímaberendezés meleg időben biztosítja a megfelelő hőmérsékletet. A járművek elején elhelyezett csörlőberendezés lehetővé teszi az önmentést, az automatikus tűzoltó rendszer pedig már a tűz keletkezésének pillanatában a jármű motortérben és belsejében egyaránt elfolytja a tüzet.

A járművek alapvetően távvezérlésű, stabilizált fegyverrendszerrel és ködgránátvetővel készülnek, a megfelelő álcázást pedig a jármű festésén kívül a kibocsájtott hő- és elektromágneses kisugárzás minimalizálása biztosítja. A Gidrán esetében a jármű távirányított fegyverrendszerét²⁹ a szintén török Aselsan vállalat gyártja SARP II néven. A szenzorok sokaságának köszönhetően a fegyverrendszer nappal, éjjel és korlátozott látási viszonyok között egyaránt nagy biztonsággal használható, a moduláris kialakítás pedig lehetővé teszi számos eltérő méretű és típusú géppuska, valamint gránátvető használatát.

A stabilizált, növelt képességű, távirányított torony felderítő-, tűzvezető rendszere rendelkezik nappali és éjszakai

30. ábra. Az első beérkezett Gidrán harcjárművek az MH ARB telephelyén (Fotó: HM Zrínyi Nonprofit Kft./honvedelem.hu)



csatornával, hozzá kapcsolható automatikus célrávezető rendszerrel és lézertáv mérővel. Az integrálható fegyverek választéka széles, a 7,62 mm-es géppuskától a 40 mm-es gránátvetőig mindegyiket befogadhatja a fegyverbölcső. A magyar fél számára a 12,7 × 99 mm-es NATO-lőszert tüzelő M2 nehéz géppuska beszerelése tervezett 400 db-os kihelyezett lőszerkészlettel. A szükség esetén manuálisan is mozgatható torony magassága 70 cm, tömege 165 kg, amely nem tartalmazza a fegyver- és a lőszerjavadalmazás tömegét. A 360°-ban körbe forgatható toronyban függőlegesen -30° és +60° között mozgatható a géppuska.

Szintén a jármű felszerelése lesz az Aselsan vállalat SEDA lövésdetektáló rendszere, amelynek stacioner, kihelyezhető és járműre telepíthető változata is létezik. A detektáló rendszer érzékeli a szuperszonikus sebességgel közeledő lövedékek irányát és sebességét, amelyet összevetve a GPS koordinátákkal, mindenfajta időjárás körülmények között képes kiszámítani a fegyver/lövő tartózkodási helyét. Egy, az Ejder Yalçınra a SARP II toronnyal együtt integrált érzékelőt mutat a 30. ábra. [16]

A 2020 novemberében beérkezett 10 darab, illetve a keretszerződés ideje alatt beszerzendő további Gidrán harcjárművekkel az MH-ban jelentős képességnövekedésre kerül sor, amellyel meghonosodhat a növelt páncélvédelemmel rendelkező harcjárművek kultúrája, és bízunk abban, hogy ez a kultúra még sokáig, több évtizeden át az MH része lehet.

A Haditechnika 2021/4. szám mellékleteként kiadott poszter az Ejder Yalçın Block 4+ verziót ábrázolja.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [15] "The Romanian RN-94 6x6 wheeled Armoured Personnel Carrier" TankNutDave.com, <https://tanknutdave.com/the-romanian-rn-94-6x6-wheeled-armoured-personnel-carrier> (Letöltve: 2021.3.17.);
- [16] „SEDA Gunshot Detection System” ASELSAN https://www.aselsan.com.tr/ASELSAN_SEDA_Gunshot_Detection_System_1877.pdf (Letöltve: 2021.3.17.);
- [17] Forrás: <https://www.carthrottle.com/post/m096Bc/> (Letöltve: 2021.3.17.);
- [18] Forrás: <https://www.pinterest.at/pin/510173464022871827> (Letöltve: 2021.3.17.);
- [19] Forrás: <https://en.topwar.ru/57844-legkie-mashiny-v-perelomnyy-moment-chast-1-iz-3-ne-gotovo.html> (Letöltve: 2021.3.17.);
- [20] Forrás: <https://in.pinterest.com/pin/646899933963756281/> (Letöltve: 2021.3.17.).

JEGYZETEK

- 21 Jelentése: sárkány.
- 22 Special Operational Forces.
- 23 Stabilized Advanced Remote (Weapon) Platform – stabilizált korszerűsített távirányított fegyverplatform.
- 24 A retarder tartós fék, amelyre azért van szükség, mert a kerékre ható dob- vagy tárcsafékek a tartós használat során felmelegsznek, csökken a fékezés hatásossága, így a jármű nem alkalmas a hosszú lejtőkön szükséges tartós fékezésre.
- 25 Nuro! Makina ve Sanay A. Ş.
- 26 Electronic Warfare – elektronikai hadviselés.
- 27 Gidrán, a 19. század elejére visszavezethető múlttal rendelkező, magyar tenyésztésű középnehéz háta- és igásló.
- 28 APU – Auxiliary Power Unit.
- 29 RCWS – Remote Controlled Weapon Station.

Balog Péter*

Az MH Geoinformációs Támogatási Doktrína felülvizsgálata az újonnan rendszeresített technikai eszközök tükrében

I. rész

BEVEZETÉS

Doktori képzés keretében végzett kutatásomhoz¹ kapcsolódóan jelen tanulmányomban azt vizsgálom meg, hogy egy geoinformációs értékelő-elemző rendszer kialakításához és megvalósításához milyen hazai és nemzetközi szabályozók, doktrínák állnak rendelkezésre a Magyar Honvédségben (MH), ezek milyen mértékben felelnek meg a felmerülő követelményeknek, valamint a felülvizsgálat alatt álló MH Geoinformációs Támogatási Doktrína [1] új verziója képes-e biztosítani ennek szakmai hátterét.

A szakmai szabályozás, a jelenleg hatályos doktrína felülvizsgálata, megújítása elengedhetetlen annak érdekében, hogy az jobban illeszkedjen a NATO Térképészeti Irányelveihez [2] [3]. A doktrína megújítása az MH Geoinformációs Szolgáltatánál (MH GEOSZ) folyamatban van, amelynek során a tervek szerint új, szabványos terminológiai jegyzék is készül, a 2019-ben kiadott Hadtudományi Lexikkal [4] összhangban. Ebben a dokumentumban már megjelenik a mai kor szakmai feladatainak és lehetőségeinek megfelelő geoinformációs támogatás definíciója, a tér újszerű értelmezése is.

A magyar és angol nyelvű terminológiai források is úgy határozzák meg a doktrínát, hogy az a katonai erőket célkitűzéseik elérésében irányító alapelvek összessége, amely mérvadó dokumentum, de alkalmazásához szakmai ítéltétség szükséges [5]. A doktrína kialakítása nem lehetőség, hanem kötelezettség. Egyben olyan dokumentum, ami nem előírás, rugalmas szemléletet tükröz, mindig az adott helyzetre adaptálható és segít az adott helyzethez

történő alkalmazkodásban. A doktrína nem örök érvényű, a szakmai-technológiai változások, vagy a hadviselés természetének átalakulása indokolhatja a változást. A túl gyakori és radikális változtatások azonban aláássák a doktrína hitelét, megbízhatatlanná tehetik, így racionális egyensúlyra kell törekedni, tehát a legáltalánosabb és a legidőállóbb összefüggéseket kell feltárni úgy, hogy a doktrína mégis gyakorlatorientált maradjon [6].

A BIZTONSÁG- ÉS VÉDELEMFÖLDRAJZI ELEMZÉSEKHEZ ALKALMAZHATÓ GEOINFORMÁCIÓS ÉRTÉKELŐ-ELEMZŐ RENDSZER ELVE

A tér egy összetett kölcsönhatásrendszer, amelyben a földrajz által vizsgált jelenségek és folyamatok megjelennek. Ezeket a tényezőket a katonai tevékenység, a hadviselés szempontjából a katonaföldrajz elemzi, amely általánosan a földrajzi tér és a biztonságot fenyegető természet- és társadalomföldrajzi tényezők és a fegyveres küzdelem kapcsolatát vizsgálja [4].

A katonaföldrajz fogalomköre az elmúlt évtizedben kibővült, a geoinformációs támogatás részeként többet, másfépp vizsgál, mint előtte. A fogalomba beletartozik a természetföldrajz, és minden térbeli vetülettel rendelkező, kapcsolódó elem, így például jelentős a társadalmi viszonyok – napjainkban kiemelten a vallás –, az éghajlat elemzése, az időjárás vizsgálata, hiszen ezek szerepe a műveletekre gyakorolt hatásuk miatt megnőtt. A geoinformációs értékelés új értelmezése bővített térdefiníciót használ, vizsgálja a felszín alatti, a jóval a felszín feletti és a virtuális

ÖSSZEFOGLALÁS: Jelenleg zajlik a 2014-ben kiadott Magyar Honvédség Geoinformációs Támogatási Doktrína felülvizsgálata, megújítása, a nemzeti sajátosságoknak, követelményeknek megfelelően biztosítva az EU, a NATO és a nemzetek közötti együttműködéshez, a geoinformációs anyagok interoperabilitásának biztosításához szükséges feltételeket. Az MH doktrína-fejlesztésének rövid áttekintése mellett a szerző bemutatja a doktrína átalakításának szakmai indokoltságát, és a gyakorlati felhasználást elősegítő racionalizálások lehetőségét, majd az általános felhasználáshoz kialakítandó doktrínán belül egy kiemelt gyakorlati példán keresztül röviden vázolja a biztonság- és védelemföldrajzi elemzéshez alkalmazható védelmi célú geoinformációs értékelő-elemző rendszer elvét. A tanulmány elkészítésének egyik célja annak vizsgálata, hogy a kialakítandó rendszer milyen lehetőségek mentén integrálható egy új támogatási doktrínába.

KULCSSZAVAK: geoinformáció, támogatás, doktrína, doktrínafejlesztés, felülvizsgálat

ABSTRACT: The Geoinformation Support Doctrine the Hungarian Defense Forces (hereinafter referred to as HDF) issued in 2014 is currently being reviewed, in accordance with national specificities and requirements, ensuring the necessary conditions for cooperation between the EU and NATO nations, ensuring the interoperability of geoinformation materials. After a brief overview of the doctrine development of HDF, I present a professional justification of the necessary transformation of the doctrine and the possibility of rationalizations providing its use in practice. Within the doctrine to be developed for general use, through a key practical example, I briefly outline the principles of a geoinformation assessment and analysis system for security purposes that can be used for security and defense geographic analyses. One of my reasons to examine the doctrine is the integration of this planned system into it.

KEY WORDS: geospatial, support, doctrine, doctrine development, revision.

* Alezredes, MH Geoinformációs Szolgálat Katonaföldrajzi és Szakkiképzési Osztály, osztályvezető, NKE HHK Hadtudományi Doktori Iskola, doktorandusz. ORCID: 0000-0002-0937-2770



térben zajló folyamatokat is. A negyedik generációs hadviselés szempontjából nézve a műveletek már ezekben az új terekben is zajlanak, ezeket is szükséges a tér vizsgálatába és definíciójába foglalni.

A fegyveres küzdelem megvívásának mindig voltak objektív, mérhető katonaföldrajzi tényezői, amelyek feltérképezhetők, illetve adott célnak megfelelően felhasználhatók, így a térről gyűjtött információ szubjektív előnyt eredményezhet. Az ezeket az információkat leíró adatokat adatbázisban tároljuk, amelynek hatékony, a modern kor elvárásainak megfelelő felhasználására egy geoinformációs értékelő-elemző rendszer nyújthat segítséget. Az MH Geoinformációs Támogatási Doktrína revíziójakor figyelembe kell venni ennek a létrehozását is, érdemes olyan alapelveket megfogalmazni, amelyek általánosan megfelelnek a különböző geoinformációhoz kapcsolódó rendszerek alkalmazhatóságának. Amennyiben sor kerül rá, ennek szellemében kell az értékelő-elemző rendszert is fejleszteni, alkalmazni a jövőben.

DOKTRÍNAFEJLESZTÉS A MAGYAR HONVÉDSÉGBEN

A védelmi politika, a stratégiai koncepciók és a doktrínák tartalma és jellege sok hasonlóságot, egymásra utaltságot, egyfajta hierarchiát mutat. A Nemzeti Biztonsági Stratégia határozza meg az ágazati stratégiákat, így a Nemzeti Katonai Stratégiát is azáltal, hogy a nemzeti célkitűzések közül az adott ágazat számára elérendő célokat rögzíti. A doktrínák hatékonyan elősegíthetik a stratégiák katonai részeit, a katonai biztonsági céloknak a meghatározását. Jelenleg a Nemzeti Katonai Stratégia is megújítás alatt áll, így a megújuló doktrínában az ott megjelenő geoinformációs szakterületre ható változásokat is meg kell jeleníteni.

Magyarország katonai biztonsága reálisan csak szövetségi rendszerben értelmezhető. A NATO-tagállamok haderőinek hatékony együttműködése a geoinformációs támogatás területén is kiemelten fontos, tehát a nemzeti geoinformációs támogatási doktrínának is a NATO irányelvek figyelembevételével, a nemzeti sajátosságok és követelmények mentén kell megújulnia. A NATO Összhaderőnemi Térképészeti Támogatásra vonatkozó irányelvei a 2016-ban kiadott MC 296/3 [2] és az AJP-3.17 [3] kiadványokban található. Figyelemmel kell kísérni ez utóbbi jelenleg is

zajló felülvizsgálatát. Az új irányelv² egyelőre tervezet formájában létezik, de a szakmai változásokat érdemes követni a hazai doktrína kidolgozása során is.

A Geoinformációs Támogatási doktrína megújítását két fő tényező indokolja: a szakmai-technológiai változások, a hadviselés természetének átalakulása, hiszen egy 2014-es kiadványról van szó, valamint a NATO irányelveinek felülvizsgálata, az annak való megfelelés a nemzeti sajátosságok megtartásával. A NATO doktrínafejlesztésének első lépése a doktrínarendszer hiányosságának felismerése [7].

DOKTRINÁLIS HIERARCHIA A MAGYAR HONVÉDSÉGBEN

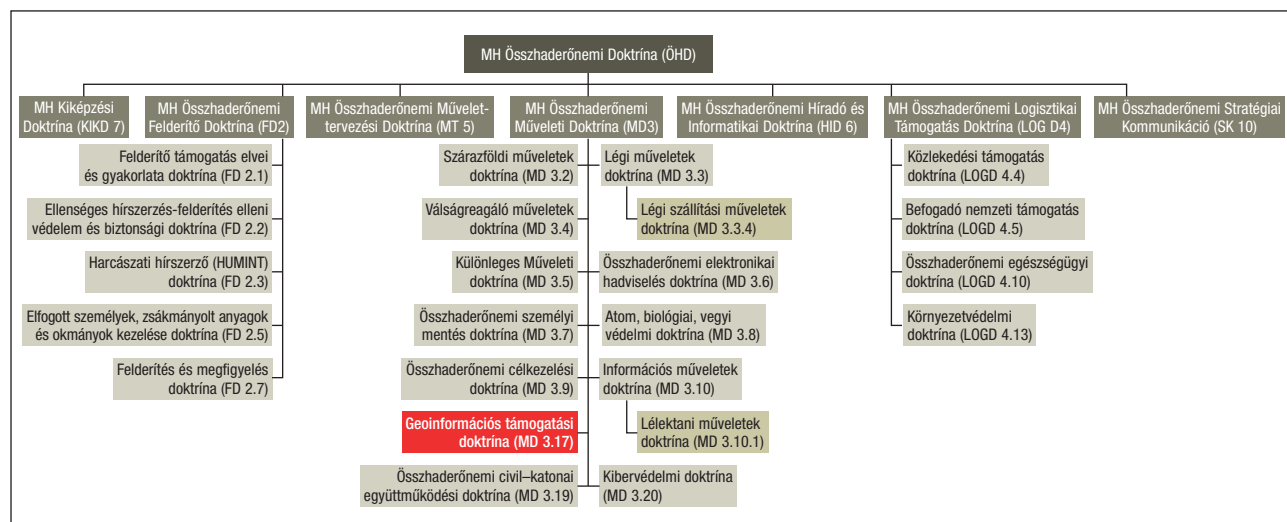
A Magyar Honvédségben a doktrinális hierarchia (1. ábra) felső szintjén az összhaderőnemi doktrína áll, amelynek rendeltetése a Nemzeti Katonai Stratégiában meghatározott elvek érvényre juttatása.

A második szinten helyezkednek el a törzsfunkciókat megjelenítő, átfogó jellegű doktrínák (felderítés, műveletek, logisztika, műveleti tervezés, híradó-informatika, kiképzés és stratégiai kommunikáció). A harmadik szinten pedig a szakmai doktrínák találhatók, így az MH Geoinformációs Támogatási Doktrína (MH DOFT³ kód: FD 2.4) is [8]. Külön vizsgálatot érdemel, hogy a Geoinformációs Támogatási Doktrína a jelenlegi struktúrában jó helyen van-e? Véleményem szerint egy szinttel magasabban, a második szinten lenne a helye, hiszen a geoinformációs támogatás nemcsak az összhaderőnemi műveletekben használatos, hanem szinte mindenhol: a felderítés, a logisztikai támogatás, a művelettervezés területén is.

A MAGYAR DOKTRÍNAFEJLESZTÉS ELVE

A magyar doktrínafejlesztést nem a szövetségi rendszer szabványai szabályozzák [8]. Hazánkban a szolgálati könyvek és a főnökségi kiadványok kiadásának rendjéről szóló 93/2006. (HK 18.) HM utasítás rendelkezik a doktrínafejlesztésről. A Magyar Honvédségben 2020 augusztusától a doktrinális fejlesztés irányítását az MH Transzformációs Parancsnokság Honvéd Kiválósági Központ koordinálja, és működteti a Szabványosítási és Doktrinális Tanácsot (MH SZDT), amely az MH hivatalos véleményező, döntéshozó

1. ábra. A Magyar Honvédség doktrína hierarchiája, kiemelve a Geoinformációs támogatási doktrína helye a 2019-2022 DOFT alapján [9] (Forrás: a szerző szerkesztése)



szerve doktrinális kérdésekben. A Magyar Honvédség doktrinális, szabványosítási és terminológiai tevékenységéről szóló 54/2015. (X. 21.) HM utasítás 3. § (3) bekezdése alapján az MH SZDT rendeltetése a NATO egységesítési egyezmények (STANAG⁴) feldolgozása, koordinálása, az MH Doktrína Hierarchiában (DH) és az MH Doktrína Fejlesztési Tervben előírt feladatok felső szintű irányítása, a hatályba léptetés előtt a nemzeti katonai doktrínák véleményezése és elfogadása.

A 2017-ben elkezdődött felülvizsgálati ciklusban a teljes doktrína-hierarchiát felül kell vizsgálni, és a felülvizsgálatoknak minden doktrína esetében négyévente meg kell ismétlődnie [9]. Az MH Geoinformációs Támogatási Doktrína hatályos verziójának felülvizsgálata szakmai okokból is szükséges.

A 2019-ben jóváhagyott DOFT lehetőséget ad a magyar doktrínarendszer részévé tenni a már elfogadott és bevezetett NATO-doktrínákat, a nemzeti fenntartás nélkül elfogadott és bevezetett NATO-doktrínák magyar fordításait ún. „lefordított doktrínaként” az MH DH részeivé tenni, amennyiben az adott területen nincs vonatkozó nemzeti doktrína [10]. Ez a módszer leegyszerűsíthetné az MH Geoinformációs Támogatási Doktrína kiadását, de a NATO Térképészeti Irányelveinek magyarra fordításával keletkező anyag nem minden részletében felelne meg a magyar nemzeti sajátosságoknak, így ez nem járható út, saját doktrínát kell fejleszteni.

JAVASLAT ÚJ SZEMLELETŰ DOKTRÍNÁRA

Mező András⁵ a magyar doktrínák és harcászati szabályzatok tanulmányozása után doktori disszertációjának tézisében [11] megállapítja, hogy az MH-ban az igényeknek megfelelő mennyiségű doktrína keletkezik, de azok nem mindig állnak összhangban a magyar doktrína-hierarchia egyes elemeivel és az alárendelt szabályzatokkal. Gondot jelent a NATO és a nemzeti doktrínáinak összehangolása is. Az MH Geoinformációs Támogatási Doktrína számos területen eltér a szakmailag irányadó NATO-irányelvektől, mivel az együttműködés biztosítása mellett a nemzeti szabályozás meghatározása a célja.

- Eltérések mutatkoznak a béke-, válságreakáló és háborús feladatok tárgyalásában – ezt a témát NATO Térképészeti Irányelve [2] nem tárgyalja külön, a hatályos magyar doktrína pedig még igen. Az MH Geoinformációs Szolgálat, mint irányító szerv és alárendeltjeinek feladatai doktrinális szinten nem változnak jelentős mértékben a készenlét fokozása esetén sem, így ennek a szétválasztásnak a megtartása nem indokolt.
- A NATO Térképészeti Irányelve a meteorológiát nem tárgyalja a támogatandó szakmai feladatok között, azt egy külön doktrínában tárgyalja [12]. A Magyar Honvédségben a meteorológiai támogatás az MH Geoinformációs Szolgálatnál valósul meg, így a meteorológia tárgyköre továbbra is – nemzeti sajátosságként – része marad a Geoinformációs Támogatási Doktrínának, de a jelenlegi tervek szerint önálló, fő fejezetet kap. A NATO-ban és a tagországokban is törekvés mutatkozik a GEO és a MET szakterületek összevonására.
- Ugyanígy nemzeti sajátosság a katonaföldrajzi támogatás kiemelése, ahol Magyarországra és az MH missziós érdekeltségi területére vonatkozóan készülnek szakmai háttéranyagok, leírások, ismertető, értékelések. E dokumentumok megjelentetése a doktrínában szintén kiemelt fontosságú.

- A doktrínafejlesztés elengedhetetlen feltétele az egyezményes és szabványos terminológia használata [7]. Kerülendő a rokon értelmű szavak használata, az idegen kifejezések magyar tükörfordítása, vagy a nemzeti katonai kifejezések angolra fordítása, mert ezek nem mindig felelnek meg az egyértelműség követelményének. A térképészet, meteorológia, katonaföldrajz – geoinformáció – területén a szakemberek különösen sok ilyen speciális magyar vagy nemzetközi szakkifejezést használnak. Elég csak a szakmai irányító szerv nevét adó geoinformáció fogalmára gondolni, ami nem egyenlő tartalmilag az angol geoinformation szóval, illetve az angol geospatial jelzőnek sincs egységesen bevett magyar szakmai fordítása. További nehézséget jelent, hogy a katonai szakszövegek fordítása magas fokú, speciális szaknyelvi ismeret igényel, és természetesen nem elég lefordítani a szöveget, értelmezni is kell a tartalmát.

A terminológiai egységesítést segíti elő a 2015-ben megjelent *Katonai terminológiai értelmező szótár* a Zrínyi Kiadó kiadásában, illetve a geoinformáció (térképészet, katonaföldrajz, meteorológia) szakterületét tekintve főleg a 2019-ben, a Dialóg Campus kiadásában megjelent *Hadtudományi lexikon – Új kötet* szakmai szócikkei [4].

Valamennyi NATO-doktrína melléklete tartalmazza az adott szakterület legfontosabb kifejezéseit és azok meghatározását, a rövidítéseket és azok jelentését. Az MH Geoinformációs Támogatási Doktrína felülvizsgálatának is része a terminológia megújítása, és mellékletbe rendezése, amely a tervek szerint tartalmazza mind a magyar mind az angol szakkifejezéseket, rövidítéseket.

ÚJ TECHNIKAI ESZKÖZÖK

A doktrína előző kiadása óta új technikai eszközök jelentek meg, illetve jelentették be hivatalosan a hadrendbe állításukat a Magyar Honvédségben. Ezeknek a geoinformációs támogatása, illetve a szakmai fejlődés kiszolgálása szintén olyan elem, amelynek a doktrínában meg kell jelennie. Fontos az egységes térinformatikai formátum használatának kiemelése, NATO-szabványok, adatmodellek alkalmazása, a szimulációs eszközök geoinformációs támogatása. Doktori kutatásom témája, egy biztonság- és védelemföldrajzi elemzéshez alkalmazható geoinformációs értékelő-elemző rendszer alkalmazási feltételeinek megteremtése, amihez – más rendszerekhez⁶ hasonlóan – a doktrína adhat szabályozási keretet.

Lássunk most néhány példát a Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretében beszerzésre került haditechnikai eszközökből, amelyek indokolják az MH Geoinformációs Támogatási Doktrína megújítását. Természetesen a doktrína feladata általánosságban, és hosszú távon segíteni a jelenleg és a jövőben hadrendbe állítandó eszközök geoinformációs támogatását, tehát az itt kiemelt harceszközök csak példák, a teljesség igénye nélkül. A hazánk által beszerzett eszközök közül a Leopard 2A7-es harckocsi, a Lynx KF41 gyalogsági harcjármű, az Airbus H145M könnyű, többcélú helikopter és az Iron Dome (Vaskupola) izraeli rakétavédelmi rendszer „lelkét” jelentő EL/M-2084 aktív elektronikus fázisvezérelt radarok geoinformációs támogatásban is változást hozó technikai újításainak egy részét mutatom be.

A LEOPARD 2A7-ES HARCKOCSI

A harckocsi tornyába épített tűzvezető rendszerek biztosítják a pontos célzást, így az képes mozgás közben olyan





2. ábra. A Leopard 2A7-es harckocsi digitális parancsnoki periszkópja [13]



3. ábra. A Leopard 2A7 harckocsi belső tere [17]

célok leküzdésére, amelyek maguk is mozognak. A járműben elhelyezett EMES-15 tűzvezető rendszer optikájának fejlesztése érdekében a CMT Zeiss WBG-X hő/infrakameráját lecserélik az Attica GL hő- és optikai kamerára, amely ötvenszeres optikai zoomot biztosít, és amelyet ezután nyolcszorosra lehet digitálisan nagyítani a folyamatos négyszázszoros zoom elérése érdekében.

Az IBD Deisenroth és a Rheinmetall vállalatok további fontos fejlesztése az ADS (Active Defence System – aktív védelmi rendszer), amely számos optikai érzékelőt, 360°-os szögben körbe forgó kamerát alkalmaz a harcjárművet fenyegető támadások előrejelzésére. (2–3. ábra.)

A parancsnok a Rheinmetall/Zeiss PERI R-17A2 optikai rendszerével figyelheti meg a környezetét. A periszkóp stabilizált, éjszakai megfigyelésre és célmegjelölésre egyaránt alkalmas. Funkciójának és kialakításának köszönhetően a PERI R-17A2 könnyen integrálható a tűzvédelmi rendszerekbe. A látható és az infravörös spektrális tartományokban is használható. A célzókészüléknek az alábbi adatokat kell ismernie, hogy pontosan kiszámítsa a lövés irányát: a cél és a saját eszköz térbeli elhelyezkedése, mozgási vektora (irány, sebesség), saját lőszertípusa, a szél sebessége, a légnyomás értéke, a levegő hőmérséklete. [14] Ezen adatok közül a helyzeti, az irány és távolság, valamint az időjárási adatokra vonatkozó ismeretek geoinformációs adatok.

A LYNX KF41 GYALOGSÁGI HARCIJÁRMŰ

A 2018-ban bemutatott Lynx KF41 gyalogsági harcjárművet a tervek szerint a Magyar Honvédség rendszerbe állítja, ezért 218 db-ot rendelt, amelyből 172 db-ot hazánkban fognak gyártani. A szerződés aláírására és bejelentésére 2020. augusztus 17-én került sor Unterlüssenben, a Rheinmetall vállalat székhelyén. Ezzel a szerződéssel Magyarország lesz a KF41 harcjármű első megrendelője és egyben gyártója is, hiszen a szerződéskötés bejelentését követte az eszközök gyártását végző zalaegerszegi központ zöldmezős beruházás keretében történő kialakítására kötendő megállapodás aláírása is. [15] A Lynx tornyába épített optronikai és tűzvédelmi rendszer (FCS – Fire Control System) fő elemei a következők [16]:

- Stabilizált elektro-optikai érzékelőrendszer (SEOSS – Stabilised Electro-Optical Sensor System) visszahúzóható panorámás beépített lézeres távolságmérővel;
- A SEOSS szektorfigyelő a fő fegyverzethez integrált lézeres távolságmérővel;
- Lézer(besugárzás) érzékelő rendszer (LWS – Laser Warning System);
- Akusztikus lövés-lokátor rendszer (ASLS – Acoustic Shooter Locating System)
- Nappali / éjszakai látást és automatikus célfelismerést magában foglaló helyzetfelismerési rendszer (SAS – Situational Awareness System);
- Vezérlőfogantyú;
- Videó feldolgozó és terjesztő egység.

Az FCS-rendszer lehetővé teszi, hogy a jármű személyzete, annak elhagyása nélkül, éjjel-nappal korlátlanul képes legyen a célok felismerésére és azonosítására, valamint a folyamatos megfigyelésre. (4. ábra.) Az érzékelők által szolgáltatott nagy tömegű információ egy része szintén a geoinformációs adatok körébe tartozik.

4. ábra. Lynx KF41, SEOSS stabilizált elektro-optikai érzékelőrendszerek a tornyon [16]





5. ábra. Magyar H145M helikopter kiképzőrepülés közben [19]

Az Airbus H145M könnyű, többcélú helikopter

A H145M helikopterek rendszerbe állításával a hazai katonai repülésben technológiai korszakváltás is történt. Az eddig alkalmazott analóg műszerekkel rendelkező helikopterek után, jelentős előrelépést hozott a digitális technikai megoldásokkal működtetett légi járművek üzemeltetése. A helikopter fedélzeti vezérlőrendszere részben a Helionix rendszerre épül, amely hozzáférést biztosít a hajózók számára a helikopter fedélzeti rendszereihez, megadja a repüléshez szükséges információkat, mint például a sebesség, a magasság, a függőleges emelkedés vagy süllyedés, és az irányszög. Ebbe a rendszerbe integrálták a tereppel, illetve a más légi járművekkel történő összehútközésre figyelmeztető rendszereket is, de lehetőség nyílik digitális domborzatmodell megjelenítésére, illetve külső kamerarendszeren keresztül történő megfigyelésre [18] is. (5. ábra.)

A H145M helikopter navigációt segítő felszereltsége két intelligens 6x8 hüvelykes, multifunkciós képernyőből álló repülési kijelző alrendszer (FDS – Flight Display Subsystem) [20]. Ennek része a repülési navigációs kijelző (FND – Flight Navigation Display), beleértve a magassági és sebességadatokat megjelenítő elsődleges képernyőt (PFD – Primary Flight Display).



6. ábra. Az Airbus H145M helikopter pilótafülkéje a 6x8 hüvelykes kijelzőkkel [21]

EL/M-2084 RADAROK

Az EL/M-2084 többfunkciós radar (MMR – Multi-Mission Radar), gallium-nitrid (GaN) alapú félvezetőkből felépített, számítógép által vezérelt, aktív fázisvezérelt antennarácsal rendelkezik (AESA – Active Electronically Steered Array). Ez azt jelenti, hogy mindegyik elem mellé külön jel-



7. ábra. Mobil platformra szerelt EL/M-2084 többfunkciós radar [22]

generátort és erősítőt építettek be, mindegyik antenna önálló jelet sugároz, amely teljesen független a mellette lévőktől. A 2 és 4 GHz közötti S sávban (7,5–15 cm hullámhossz) működő lokátor az ellenség aktív és passzív elektronikai zavarása esetén is hatékonyan biztosítja a 3D-s valós idejű légi helyzetkép rendelkezésre állását. Kiemelkedő hatékonysággal alkalmazható mind a légvédelmi (AD – Air Defense) és a tűzérési fegyver-helymeghatározó (WLR – Weapon Locating Radar) feladatokhoz. AD módban a radar valamennyi típusú légi célpontot felismeri és osztályozza, és valós idejű képet készít a légi helyzetről (ASP – Air Situation Picture). A WLR mód érzékeli a kiváltott aknavető- és tűzérési lövedékeket és rakétákat, és meghatározza az ellenséges objektumok kilövési helyét, valamint kiszámítja a becsapódási pontot. Ezenkívül a tűzvédelmi radar (FCR – Fire Control Radar) alkalmazása lehetővé teszi a rakétaelhárító rendszerekkel és a légvédelmi rakétákkal (SAM – Surface-to-Air Missile) történő együttműködést.

Az EL/M-2084 radarok horizontális lefedettsége 120°-os szektor, vagy körkörös 360°, légi célok megfigyelése, vagy 120° tűzelési helyzet meghatározása esetén. Gyorsan telepíthetők, mobil radarként is szolgálnak, és a légvédelmi rakétacsapatokat is ellátják információval. Korszerű kialakításuk révén tűzérési felderítőlokátorként is működhetnek. Rendelkeznek C-RAM (Counter Rocket, Artillery, and Mortar – rakéta, tűzérési és löveg elhárítás) és C-UAV (Counter Unmanned Aerial Vehicle, UAV, azaz pilóta nélküli légi jármű-elhárítás) képességekkel is, így gyakorlatilag minden repülőgépet, légi fenyegetést képesek érzékelni, még az alacsonyan repülő UAV-eszközöket is. C-RAM szerepkörbe telepítve, a fegyverrendszerbe integrálva tűzirányítást nyújthatnak, megbízhatóbb és jobb légihelyzet-képet biztosítanak, mint az eddig rendszerben álló radarok, illetve lehetővé teszik bármilyen manőverező repülőgép zavartalan nyomon követését [22]. (7. ábra.)

Az említett példák rámutatnak arra, hogy egy új technikai eszköz rendszerbe állításakor a geoinformációs támogatás fejlesztésével és újragondolásával is számolni kell, amelynek szabályozási hátterét, alapfeltételeit az MH Geoinformációs Támogatási Doktrína teremtheti meg.

ÚJ SZAKUTASÍTÁSOK KIALAKÍTÁSA

A jelenlegi hatályos doktrína nem minden részletében működik irányelvként, többször szakutastítás szintjén szabja meg a feladatokat. A felülvizsgálatnak ezen túlszabályozás megszüntetése, a NATO felülvizsgálat alatt álló irányelvekkel való további szinkronizálás is feladata. A részletes, szakmai iránymutatásokat külön szakutastításokba kell rendezni, a



doktrína megújítása után pedig szükség szerint azokat is aktualizálni, modernizálni kell. Ennek a feladatnak az egyik első példája a Katonai tereptan [23] című kiadvány, aminek megújítása lesz az MH Geoinformációs Támogatási Doktrína új verziójának kiadása után az újabb szakmai feladat.

ÖSSZEGZÉS

Az MH Geoinformációs Támogatási Doktrína felülvizsgálata, új doktrína kiadása időszerű. Ezt egyrészt a legutóbbi kiadása óta eltelt időben megvalósult technikai változások, másrészt a nemzeti doktrínákkal és a NATO Térképészeti Irányelveivel történő összehangolás indokolja. A szakmai megújítás az általános felhasználáshoz kialakítandó doktrínán túl megteremt egy biztonság- és védelemföldrajzi elemzéshez alkalmazható, geoinformációs értékelő-elemző rendszer szabályozási keretét. A jelenleg hatályos szakmai doktrína a nemzeti sajátosságok miatt több ponton eltér a NATO irányelveitől, de ezek egy részét meg kell tartani a nemzeti szabályozás hatékonysága érdekében. Az új doktrína kialakításához ki kell tekinteni a szövetségi rendszerben – NATO, EU – a partnerországok doktrínáira is. Elsősorban a V4 országok,⁷ azon belül is a hazánkkal nagyjából egyező méretű és lehetőségekkel rendelkező Csehország szakmai szabályozójának megismerése bővítheti ismeretünket. Ennek a lehetősége, illetve a megújult MH Geoinformációs Támogatási Doktrínára tett konkrét szakmai javaslatok bemutatása a jelen tanulmány folytatásának tekinthető következő elemzés témája.

A tanulmány az Innovációs és Technológiai Minisztérium Kooperatív Doktori Program Doktori Hallgatói Ösztöndíj Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

(Folytatjuk)



HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Magyar Honvédség, *Magyar Honvédség Geoinformációs Támogatási Doktrína*, 1. kiadás, *Nyt. sz.: Ált/213.*, 2014.;
- [2] North Atlantic Military Committee, *NATO Geospatial Policy*, MC 296/3., 2016.;
- [3] NATO Standardisation Office, *NATO Allied Joint Doctrine for Geospatial Support*, AJP-3.17., 2016.;
- [4] Krajnc Zoltán (főszerk.), *Hadtudományi lexikon – Új kötet* Budapest: Dialóg Campus, 2019.;
- [5] NATO Standardisation Agency, *NATO Glossary of terms and definitions (English and French)*, AAP-06(2014)., 2014. 2-D-9.;
- [6] Mező András, „A Magyar Honvédség doktrínafejlesztése – 1. rész.” *Hadtudomány* 27, 3–4.sz. (2017): 19.;
- [7] Mező András, „A Magyar Honvédség doktrínafejlesztése – 2. rész.” *Hadtudomány* 28, 1.sz. (2018): 49.;
- [8] Mező András, *A katonai stratégiaalkotás és doktrínafejlesztés Magyarországon* (PhD értekezés). Budapest: Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 2019, 225. p.;
- [9] MH Hadkiegészítő, Felkészítő és Kiképző Parancsnokság, *Magyar Honvédség Doktrína Hierarchia és Doktrína Fejlesztési Terv (2019-2022)*, 2019.;
- [10] Mező András, „Doktrínafejlesztés a Magyar Honvédségben.” *Honvédségi Szemle*, 145, 4.sz. (2017): 161. p.;

- [11] Mező András, *A katonai stratégiaalkotás és doktrínafejlesztés Magyarországon* (PhD téziszfüzet). Budapest: Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 2019, 6. p.;
- [12] NATO Standardisation Office, *NATO METOC Support, Allied Joint Doctrine for Meteorological and Oceanographic Support*, AJP-3.11., 2016.;
- [13] „[HUN] Leopard 2” <https://forum.htka.hu/threads/hun-leopard-2.1568/page-4> (Letöltve: 2021.5.11);
- [14] Kelecsényi István, „A harcmezők „nagymacska” – a Leopard 2-es harckocsicalád II. rész.” *Haditechnika* 53, 4. sz. (2019): p. 64, <https://doi.org/10.23713/HT.53.4.12>;
- [15] Ocskay István, „A Lynx harcjárműcsalád fejlesztése, technikai leírása és jövője III. rész.” *Haditechnika* 55, 2. sz. (2021): pp. 56–62 <https://doi.org/10.23713/HT.55.2.11>;
- [16] Rheinmetall Defence, *Lynx Infantry Fighting Vehicle*. 2016. <https://dtrmagazine.com/wp-content/uploads/2016/06/Lynx-IFV-Special-Supplement.pdf> (Letöltve: 2021.3.29.);
- [17] Forrás: https://defense-update.com/20141218_leopard2a7.html (Letöltve: 2021.7.2).
- [18] Bali Tamás, „Fegyvernemi kultúraváltás a H145M helikopter hazai rendszerbe állításával” *Honvédségi Szemle* 149, 1. sz. (2021). <https://doi.org/10.35926/HSZ.2021.1.1;>
- [19] „The “HForce” is with Hungary’s H145Ms - Setting a new era for the country’s Defence Forces” Airbus, 2020.12.18. <https://www.airbus.com/newsroom/stories/The-HForce-is-with-Hungary-H145M.html> (Letöltve: 2021.3.29.);
- [20] Airbus, *H145M Technical Data*. 2019. www.airbus.com/content/dam/corporatetopics/publications/brochures/H145MTD.pdf (Letöltve: 2021.3.29);
- [21] Forrás: https://airport.hu/wp-content/uploads/2019/09/IMG_2155.jpg (Letöltve: 2021.3.29);
- [22] Israel Aerospace Industries, *ELM-2084 MMR – Multi Mission Radar*. 2019. <https://www.iai.co.il/p/elm-2084-mmr> (Letöltve: 2021.3.27.);
- [23] Balatoni Béla (szerk.), „Katonai tereptan” *Nyt.sz.: Ált/204*. Magyar Honvédség Parancsnokság, 1991.

JEGYZETEK

- 1 Válságkövetek biztonság- és védelemföldrajzi elemzéséhez alkalmazható geoinformációs értékelő-elemző rendszerek kialakításának lehetősége a Magyar Honvédségben.
- 2 North Atlantic Military Committee. *NATO Geospatial Policy*, MC 296/4., 2019.
- 3 Magyar Honvédség Doktrína Fejlesztési Terv (DOFT).
- 4 A NATO Egységesítési Egyezményeinek (Standardization Agreement for procedures and systems and equipment components) rövidítése.
- 5 Mező András alezredes, NATO Transzformációs Parancsnokság. Szakterülete a katonai stratégia és a doktrínafejlesztés.
- 6 Például: TOPFAS (Tool for Operational Planning, Force Activation and Simulation) – a műveleti tervezéshez és a haderő aktiválásához szükséges adat- és tervezési támogatási rendszer a NATO műveleti tervezési folyamatában; LOGFAS (Logistics Functional Area Services) – a NATO stratégiai mozgáshoz és szállításhoz, többnemzeti bevetéshez, tervezéséhez és végrehajtáshoz, hadszíntéren belüli mozgás ütemezéséhez és a fenntartás-tervezéshez tartozó logisztikai folyamatokat támogató eszközcsoportja.
- 7 Visegrádi Együttműködés, Csehország, Lengyelország, Magyarország és Szlovákia regionális szervezete.



1. ábra. Kívülről is feltűnő megjelenést kaptak a járművek (Fotó: HM Zrínyi Nonprofit Kft./honvedelem.hu – Kertész László)

Földi Zoltán*

Újabb funkcióval bővült a Currus Aries többfunkciós autóbusz

Oltóbuszgyártás a HM Currus Zrt.-nél

A Covid-19 járvány terjedése hazánkat sem kíméli. A védekezési munkálatokban a Magyar Honvédség is jelentős részt vállal. A középületek fertőtlenítése és a rendvédelmi feladatok ellátása mellett az oltási tevékenységben is komoly szerepet vállalnak a katonák. A lakosság

mielőbbi átoltottsága érdekében a Magyar Honvédség (MH) vezetése megvizsgálta annak lehetőségét, hogy milyen módon és milyen eszközökkel tudja segíteni az oltási programok végrehajtását. A honvédelmi tárca által közzétett oltási protokoll keretében 22 helyszínen jelöltek ki

ÖSSZEFOGLALÁS: A szerző rövid közleményben számol be 5 db többfunkciós, moduláris belső felépítésű Currus Aries típusú jármű egészségügyi mobil oltóállomássá történő átalakításáról. A HM Currus Zrt.-nél, a Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretében gyártott, Volvo alvázra épített moduláris jármű új funkcióval történő felruházásának igényét a sajátos COVID-19 járványügyi helyzet szülte. A honvédségi állomány beoltásán túl, a járművekkel szállított személyzet lehetőséget kínál a lakosság oltására az ország távoli, egészségügyileg gyengébben ellátott területein is.

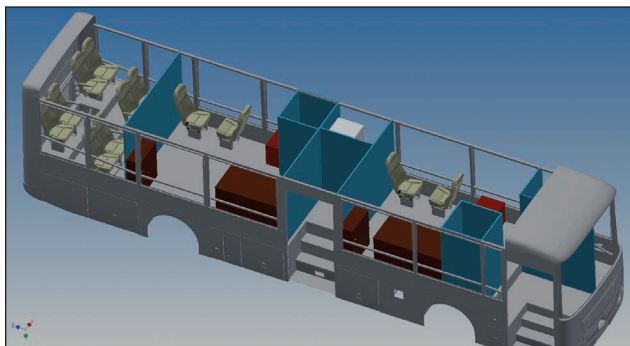
KULCSSZAVAK: Zrínyi HHP, HM Currus Zrt., MH Mobil Oltóállomás, Currus Aries, COVID-19-járvány

ABSTRACT: In a short communication, the author reports on the conversion of five Currus Aries vehicles with multifunctional modular interiors into Health Mobile Extinguishing Stations. The need to add a new function to the modular vehicle built on a Volvo chassis manufactured at HM Currus Zrt. under the Zrínyi Defence and Force Development Programme was due to the specific COVID-19 epidemiological situation. In addition to inoculating military personnel, the vehicles also provide the possibility of vaccinating the population in remote, health-poor areas of the country.

KEY WORDS: Zrínyi HHP, HM Currus Corp., MH Mobile Extinguishing Station, Currus Aries, COVID-19 pandemic

* HM CURRUS Gödöllői Harcjárműtechnikai Zrt. Kereskedelmi Osztály, osztályvezető. ORCID: 0000-0002-5621-0483





2. ábra. A belső elrendezés egyik tervezett kialakítása (HM Currus Zrt. terve)

honvédségi oltópontokat, továbbá 5 db egészségügyi mobil oltóállomást alakítottak ki, amelyek a honvédségi állomány beoltásán túl, lehetőséget biztosítanak a lakosság oltására az ország azon területein is, ahol az egészségügyi ellátás nem, vagy csak korlátozott mértékben elérhető. Az egészségügyi mobil oltóállomások kialakítása a Magyar Honvédség által üzemeltetett, moduláris kivitelű Currus Aries buszok átalakításával valósult meg.

A Magyar Honvédség 2017-től, szerződés keretében, folyamatos szállítással a HM Currus Zrt.-től összesen 139 db Volvo-alvárra épített, moduláris belső felelőpítésű Currus Aries típusú járművet rendelt. A katonai buszok felépítményét a székesfehérvári Ikarus Járműtechnika Kft. készítette. A HM Currus Zrt az utolsó példányokat 2021 júliusában adta át az MH-nak. [1]

A Magyar Honvédség Modernizációs Intézete 2020 decemberében kereste meg a HM Currus Zrt.-t, hogy a korábban beszerzett, többfunkciós (utasszállító, törzsbusz és sebesültszállító) moduláris járműveket a koronavírus elleni védekezés során is alkalmazhassa a honvédség. Az idő rövidsége miatt azonban az átalakításhoz nem az akkor még gyártás alatt álló félkész Ariesek közül választottak járműveket, hanem a korábban átadott száz autóbusz közül jelölt ki ötöt a megrendelő. A HM Currus Zrt. szakemberei a felkérést követően 3 hét alatt megtervezték a járművek új belső kialakítását. (2. ábra)

Folyamatos szakmai egyeztetések során alakult ki a megrendelőnek is elfogadható, és technikailag is megvalósítható belső kialakítás. A tervezés során számos szempontot kellett figyelembe venni. A jármű kubatúrája¹ és az elvégzendő feladatok összhangjának megteremtése jelentős kihívást jelentett a szakemberek számára. Alapvetően egy helyváltoztatásra szolgáló eszközben, egy komplex feladat végrehajtására alkalmas munkahelyet kellett megalkotni. Fontos szempont volt a tervezés során, hogy a rendkívül szűk átadási határidőt figyelembe véve, valamint szem előtt tartva, hogy a járművek alig 1-2 évesek, az új funkciót úgy kellett megtervezni, hogy az átalakítás a lehető legkevesebb bontási munkával járjon, és a busz, az eredeti személyszállító funkcióját el nem veszítve, visszaalakítható legyen. A gyártó mérnökeinek szakszerű tervezési eredménye, hogy az új funkció létesítéséhez nem volt szükség további rögzítési pontok kialakítására. A szakemberek a jármű szerkezeti megbontása nélkül, a már meglévő – még gyártás közben kiépített – felfogatási pontok felhasználásával hajtották végre az átalakítást. A bontások minimalizálása az átalakítás során többek között azért volt fontos, mert így a szükséges közlekedési hatósági engedélyezési eljárás egyszerűsített formában is elvégezhető volt. Az elkészült tervek alapján a belső berendezési tárgyakat a HM Currus Zrt. saját üzemegységeiben gyártotta le. Így



3. ábra. Az elkészült járművek felsorakoztak az átadásra (Forrás: HM Currus Zrt.)

vált lehetővé az 5 db többfunkciós jármű egészségügyi mobil oltóállomássá történő átalakítása a 4 hetes gyártási határidő betartásával. (3. ábra)

AZ OLTÓBUSZ KIALAKÍTÁSA

Az oltóbuszok belső terét az Magyar Honvédség Egészségügyi Csoportfőnökség (MH EÜCSF) elvárásainak megfelelően alakították ki (5. ábra) úgy, hogy a fedélzeten szállított oltóanyag, az oltáshoz szükséges egyéb anyagok és orvosi eszközök biztonságos tárolása és szállítása megoldott legyen. Az oltóbusz szállítja a személyzetet, valamint az oltás adminisztrációjához szükséges felszerelést. (7. ábra). Az Aries oltóbuszok 12 fő szállítására alkalmasak. Az Egészségügyi Mobil Oltóállomás személyzete összesen 10 főből áll, az oltóorvos által vezetett csoport tagjai a katonai orvos, a mentőtiszt, az egészségügyi szakasszisztensek, szakápolók, adminisztrátorok és természetesen a gépjárművezetők. Az oltóbuszok belső tere – az oltási protokollnak megfelelően – 3 szekcióra osztott (utastér, előkészítő munkahely, oltóhely). Az egyes tereket égést nem tápláló anyagból készült járműipari ponyva választja el egymástól. A mobil oltóállomáshoz tartozik egy felfújható, fűthető-hűthető az MH-nál rendszeresített TPE 3 típusú sátor [2], egy 220 V feszültséget biztosító 5 kW teljesítményű dízelaggregátor, amelynek az oltóállomás elektromos energiával történő ellátása a feladata abban az esetben, ha olyan helyen kell a telepítést végrehajtani, ahol megfelelő infrastruktúra nem áll rendelkezésre. Az oltóállomáshoz tartozik továbbá 2 db hűtő-fűtő mobil klímaberendezés, egy termosztátos sátorfűtő berendezés, valamint egy, a járműbe beépített automata fertőtlenítő rendszer, amely az oltási nap végével a jármű belsejét fertőtleníti.

FERTŐTLENÍTÉSI ELJÁRÁSOK

A COVID-járvány számos hagyományosnak tekintett eljárást helyezett új megvilágításba. Fertőtlenítésre korábban szinte kizárólag kontakt szereket (általában alkoholos oldatokat) alkalmaztak. Ugyanakkor a járvány kapcsán olyan területek fertőtlenítése is szükségessé vált, amelyeken ez korábban nem volt jellemző, és ahol az alkoholos oldatok alkalmazása nem ajánlott, vagy nem hatékony. (Jól példáz-

za ezt a gépjárművek belső tere, ahol az alkohol erősen roncsolhatja az ott lévő textíliákat és műanyagokat, emellett nem célszerű a nedves fertőtlenítés számítógépes környezetben sem.) Hagyományos vegyi eszközök használata esetén ugyanez a gond merülne fel az oltóbuszokon is, amelyek belső terében a megszokott gépjármű-berendezések mellett, többek között számítógépes munkahelyek is működnek, így a kilincsek és kapaszkodók kivételével sehol sem javasolt a hagyományos fertőtlenítés.

Személygépkocsik esetében a szakemberek gyakran használnak ózongenerátoros fertőtlenítést. A háromatomos oxigénmolekula (O_3), vagyis az ózon egy rendkívül agresszív oxidálószer, ennek megfelelően nemcsak a vírusokra veszélyes, hanem minden más élőlényre is. A légkör ózompajzsának növeléséhez azonban az ózongenerátor által nem tudunk hatékonyan hozzájárulni, mert az ózon java része még a felszín közelében O_2 -re bomlik, miközben számos anyagot roncsol. Az ózon hatásai miatt az ózongenerátoros fertőtlenítést követően mindig alapos szellőztetés szükséges.

Látható, hogy a személygépkocsiknál tágasabb belterű buszok esetében nehézkesen végezhető ez az eljárás, mert a befűvashoz a megszokottnál jóval nagyobb teljesítményű generátor szükséges, illetve a belső tér számos apró zuga miatt a szellőztetés ideje alatt is érdemes áramoltatni a levegőt.

A járművek fertőtlenítésére azonban létezik egy harmadik technológia is, az ultraibolya (UV) sugárzás felhasználása. A buszokat gyártó HM Currus testvérvállalata, az elektronikai és kommunikációs megoldásokat fejlesztő és gyártó HM ArmCom Zrt. már a pandémia első hullámában, 2020 első hónapjaiban elkezdte az ún. UV-Clean90 rendszer fejlesztését, amely számos egyéb alkalmazási lehetőség mellett ideális megoldást jelent az oltóbuszok sterilizálására is.

A napozás veszélyeire vonatkozó egészségügyi figyelmeztetések nyomán napjainkban már közismert tény, hogy az ultraibolya sugárzás – különösen a nagyobb frekvenciájú UV-C sugárzás – károsítja az élő szövetet, mert roncsolja a sejtek falát alkotó anyagokat. Ennek megfelelően, a buszokon történő UV-fényt alkalmazó fertőtlenítés ideje alatt sem a gépjárművezető, sem a személyzet nem tartózkodhat a járművön. Az UV-fényforrás erősségétől függően azonban, a fertőtlenítés után csak minimális idejű szellőztetés, vagy annyi sem szükséges. A fényforrásokban keletkező gázkísülés UV-sugárzása a fénycső belsejében lévő fényport gerjeszti, de ezekből elérhető olyan változat is, amelynek spektrumából technikailag kizárt az ózon nagy részének létrejöttéért felelős frekvenciataromány.

Az UV-Clean90 eszköz viszonylag egyszerű felépítésű, ezért olcsó szerkezet. Leszerelhető, fékezhető kerekkel ellátott talprészére egy kb. 1,5 m-es függőleges fémárbóc csatlakozik, amelynek tetején helyezkednek el az UV-fényforrások. A készülékre 6 db 60 cm-es, hagyományos G13-as foglalatba illeszkedő fénycső szerelhető. A fénycsövek körül, 120°-onként 2 db található, ezek vízszintes sugárzási szöge egy csukló és egy rögzíthető csúszógyűrű segítségével 90°-ban állítható, így a fénycsövek szállításkor teljesen rásimulhatnak az árbócra.

A fertőtlenítés rádió-távvezérléssel indítható és állítható meg, de rádiósugárzástól elszigetelt környezetben (pl. föld alatti objektumok) lehetséges a kézi indítás is. Ilyenkor az árbócon található vezérlődoboz (ebben kapott helyet a távirányító vevője is) kapcsolójával lehet elindítani a fertőtlenítést. A bekapcsolást követően kb. egy perc idő áll a kezelő rendelkezésére, hogy elhagyja a helyiséget, a fényforrások csak azt követően aktiválódnak. A fertőtlenítés



4. ábra. Az UV-Clean egyik prototípusa a HM ArmCom telephelyén. A vezérlődoboz felett látható a csúszógyűrű, ami az árbóchoz képest éppen kb. 30°-os szögben tartja a fénycsöveket. Az alsó foglalatokban nincs fényforrás, a felsőkbe, a működés demonstrálására hagyományos (tehát nem UV) fénycsövek kerültek (Fotó: Végvári Zsolt felvétele, a HM ArmCom engedélyével)

időtartama a vezérlődobozon állítható be 0–120 perc tartományban, ennek leteltével a készülék automatikusan kikapcsol. Egyetlen vezérlődobozhoz több árbóc is csatlakoztatható, így lehetőség nyílik nagyobb terek sterilizálására is. Az oltóbuszokhoz három árbócot, tehát összesen 18 UV-csövet rendszeresíthetnek.

A fertőtlenítés átlagos időtartama 30 perc, ennyi idő alatt az UV-sugárzás a fénytörés és a levegő mozgása által, a közvetlen fénytől elzárt területeken is nagy hatékonysággal, a teljes belső térfogatot tekintve 99%-os hatékonysággal elpusztítja a COVID-19-vírust.

Szintén a fertőtlenítésben játszik nagy szerepet az autóbuszokba beépített RAPID fertőtlenítőberendezés [3] alkalmas a természetes bázisú fertőtlenítőszeres automatikus bejuttatására. Az oltóbuszok csomagterében elhelyezett vezérlőegységre rögzített indítógomb megnyomásával, a fertőtlenítőberendezés porlasztásos technológiával befecskendezi az oltóbusz utasterébe a fertőtlenítőszert. Az alkalmazott fertőtlenítőszer behatási idejétől függően – egyetlen gombnyomással – 15–30 perc alatt végrehajtható az oltóbuszok sterilizálása.

A vakcinákat két, az oltóbuszban telepített, kereskedelmi forgalomban kapható, 24 V-os működésűre átalakított,





5. ábra. Az oltóbuszok belső terének kialakítása. Az a) és b) felvételen az oltóhely, a c) fotón az előkészítő munkahely látható (Fotók: HM Zrínyi Nonprofit Kft./honvedelem.hu – Kertész László)

315 l-es kapacitású hűtőszekrényben tárolják. Az oltóállomás felszerelése tartalmazza az adminisztrációhoz szükséges laptopokat, valamint egy-egy multifunkciós (szkenner, fénymásoló, nyomtató) berendezést is. A fenti felszereltséggel a mobil oltóállomások autonóm módon képesek ellátni feladatukat.

A vakcina beadása az oltás helyszínére települő oltóbusz érkezése után egy órával kezdődhet meg, és a személyzet 12 órán keresztül folyamatosan végezheti feladatát. A szükséges adminisztráció után az oltandó személy a buszon kialakított oltófülkében előkészül az oltásra. A vakcinát az autóbusz oltási helyiségében kapja meg az oltóorvostól. Az oltást követő megfigyelés idejét a beoltott

személy az autóbusz egyik erre a célra kialakított helyiségében, vagy az erre a célra felállított megfigyelőszátorban, mentőtiszt és egészségügyi katonai felügyelete mellett töltheti el. Az esetleges sürgősségi beavatkozáshoz szükséges orvosi-gyógyászati eszközök szintén az oltóállomás felszereléséhez tartoznak. Az oltóbusz személyzete egy műszak alatt 150 ember beoltására képes. [4] Az oltóbuszon egyszerre 3 fő oltásra jelentkező egyidőben történő kezelése lehetséges (1 fő adminisztráció, 1 fő oltásra várakozó, 1 fő oltakozó).

Az MH Egészségügyi Mobil Oltóállomások segítségével azokon a településeken is gyorsan elvégezhető az oltásra regisztráltak ellátása, ahol nincs betöltött háziorvosi praxis, vagy egyéb akadályok merültek fel az ellátásban. [5]

Az első mobil oltóállomás települési helyszíne Szolnok volt, de a járművek és személyzetük azóta eljutott már számos megye oltási helyszínére, így Nógrád megye Rét-sági járásába is, ahol két nap alatt Nőtincs, Felsőpetény és Óságyard lakosainak oltását végezték el az Operatív Törzs felkérésének megfelelően. Később Komárom-Esztergom megye öt településén: Kecskéden, Környén, Vértesszőlőn, Bajon és Naszályon teljesítettek szolgálatot. [6]

ÖSSZEGZÉS

A Magyar Honvédség és a HM Currus Zrt. szakembereinek áldozatkész munkája is hozzájárult az oltási kampány sikeréhez, hiszen a Currus Aries moduláris jármű bázisán olyan oltóbuszt sikerült kialakítani, amely gyorsan és hatékonyan juttatja el az elzárt települések lakosságához is a világjárvány ellenszerét. Továbbá a jármű az oltásban részt vevő személyzet számára biztonságos utazást és megfelelő munkakörnyezetet biztosít. A 2021. március 27. – július 10. közötti időszakban a Magyar Honvédség oltóbuszain összesen 36 075 fő civil személyt immunizáltak. (Az oltási kampány a honvédség közreműködésével tovább folytatódik.)

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Ott István Dániel, „A CURRUS ARIES 01 többfunkciós moduláris jármű kifejlesztése és feladatai a magyar haderőben III. rész” *Haditechnika* 54, 6. sz. (2020): 58–63. <https://doi.org/10.23713/HT.54.6.12>;
- [2] „TPE Pneumatikus sátor”. http://www.abv-technika.hu/tpe_sator.php (Letöltve: 2021.4.14.);
- [3] „Rapid fertőtlenítő rendszer” <https://inotars.hu/rapid.html> (Letöltve: 2021.4.14.);
- [4] Bakos, „Oltóbuszokkal harcol a Honvédség a vírus ellen” Totalcar, 2021.3.3. https://totalcar.hu/magazin/hirek/2021/03/03/oltobuszokkal_harcol_a_honvedseg_a_virus_ellen (Letöltve: 2021.4.12.);
- [5] Trautmann Balázs, „Honvédségi oltóbuszok a lakosság szolgálatában” Honvédelem.hu, 2021.3.27. <https://honvedelem.hu/hirek/honvedsegi-oltobuszok-a-lakossag-szolgalataban.html> (Letöltve: 2021.4.10.);
- [6] Honvédelem.hu, „Folyamatos szolgálatban az oltóbuszok”, 2021.4.7. <https://honvedelem.hu/hirek/folyamatos-szolgalatban-az-oltobuszok.html> (Letöltve: 2021.4.10.).

JEGYZETEK

1 Térfigat, belső tér (a szerk.).



1. ábra. Buddhista templomegyüttes, Nikko, Japán (Fotó: Fülek András)

Fülek András*

A japán kard – tűzből születő nemzeti kincs

I. rész

Az alábbi tanulmány a történelem egyik leghatékonyabb hidegfegyverének ismertetésére vállalkozik, ezért a téma bevezetésének illusztrálására kézenfekvő lehetett volna egy véres csatajelenet, vagy éppen egy párbaj elrettentő végeredményének képe, amely hűen igazolja a japán kard emberi testre ható pusztító erejét. Mégsem ezt láthatjuk az 2. ábrán, hanem egy higgadt sztoikus-sággal szemlélődő, magas társadalmi osztályba tartozónak ábrázolt japán személyt. Ez az illető a *bushi*¹ azaz harcos, a múltbéli japán elit társadalmi osztály tagja, akinek kiforrott normarendszere, erkölcsi tartása, életvitelének megkérdőjelezhetetlen volt éppúgy, mint a kard viseléséhez és annak használatához való joga. A japán történelem

évszázadai során e társadalmi osztály szerepe mentén nemesült a kard fegyverből szimbólummá, és jelent a mai napig olyan többlet tartalmat, amelyre fegyver tekintetében a világtörténelemben nem találunk példát.

TÖRTÉNELMI ELŐZMÉNYEK

Ahhoz, hogy közelebb kerüljünk a japán kard szellemiségéhez, be kell járnunk az egyedülálló történelmi múltat, amelyben felívelő és hanyatló periódusok váltották egymást, és ha visszatekintünk, ez az út elvész a mitológiai idő sötétjében.

ÖSSZEFOGLALÁS: A tanulmány célja, hogy rövid áttekintést adjon a japán kultúrában kiemelt erkölcsi és társadalmi jelentőséggel bíró fegyver kialakulásáról, és annak elkészítéséről. A tanulmány a történelmi korszakok mentén ismerteti azt a múltbéli táplált kultikus szerepet, amely szorosan összekapcsolódik az Edo-kori Japán vezető társadalmi csoportja, a *bushi* (elit katonai réteg) erkölcsi és jogi státusával. A tanulmány részletesen kitér a kard gyártásának technológiájára, lépésről lépésre ismerteti azokat az évszázadokon át finomodott módszereket, amelyek egy művészeti tárgy rangot kiérdemlő eszköz születését eredményezik.

KULCSSZAVAK: kard, Japán, eszmétörténet, budó, társadalmi szerep

ABSTRACT: The purpose of my writing is to provide a brief insight into the development and preparation of a weapon of outstanding moral and social significance in Japanese culture. The article describes the cult role nurtured from the past along historical eras, which is closely linked to the moral and legal status of the leading social group in Edo-era Japan, the *bushi* - an elite military stratum. The article goes into detail about the technology of sword making, describing step by step the methods that have been refined over the centuries, resulting in the birth of a tool that deserves the rank of an art object.

KEY WORDS: sword, Japan, history of ideas, *budó*, social role

* NKE HHK Hadtudományi Doktori Iskola, doktorandusz. ORCID: 0000-0002-7735-2173





2. ábra. Bushi portré [7]

Japánban, a felkelő nap országában, a *tsurugi*² (japán kard), a *kagami* (tükör) és a *hōseki* (drágakő) mindig része volt, és napjainkban is része a felségjelvényeknek. (3. ábra) A kard a villámcsapást, a tükör a napot, a drágakő a holdat jelképezi. Részben ez magyarázza azt a csaknem mitikus szenvedélyt, amelyet a japánokban évszázadokon keresztül ébresztett a kard.

A csontból vagy kőből készült eszközök, fegyverek léte régészeti leletekkel bizonyított a *Jōmon*-korból (i. e. 11 000–300). Az első fémkardok megjelenése (bronz, vas, végül

3. ábra. Császári felségjelvények [8]



acél) valószínűleg a Yayoi-kor végére tehető (i.sz. 300). Ezt az időszakot bizonyító *haniwa*-kat (kis szobrocskák pán-célban, rövid karddal felfegyverkezve) találtak a hadvezérek *kōfun*-jaiban (régi síremlékek 3–6. század).

A karddal való bánásra vonatkozó első írásos és hivatalos nyomokat: a *Kojiki* (712, Régi dolgok feljegyzései) és a *Nihon Shoki* (720, Japán krónika) tartalmazza. *Kanmu* császár (736–806), aki áthelyezte a fővárost Nara-ból Kiotóba, úgy határozott, hogy az új palotában létrehoz egy *Butokuden*-t (a harcművészetek tanulmányozásának és oktatásának központját). A *Heian*-korban (784–1185) a császári udvar fiatal nemesi és harcosai számára hétköznapi praxissá vált a kardforgatás gyakorlása. A ma ismert japán kard is a 11. században jelenik meg.

Tehát a kardvívás gyakorlatának első ismert és biztos nyomai a Nara-korig nyúlnak vissza. A hagyományokból tudjuk, hogy ebben a régi időszakban már tanították a *tachikagi*-t vagy *kumitachi*-t (páros kardgyakorlatok) a *kuge*-k (a császári udvar nemesi) alapformációiban. [1]

A *bushi*-k története a 7. századtól eredeztethető, amikor Észak-Japánban a családok klánokba tömörültek, hogy a rájuk támadó *ainu*-k (japán őslakosok) ellen küzdjenek. A *bushi*, a hivatásos harcos elnevezése abban a történelmi korszakban, amit a szamurájok korának neveznek. A japán kardforgató harcost jelölő szamuráj szó újabb kori kifejezés. A régi Japánban sohasem nevezték így a harcosokat. Maga a szó a japán *saburau*, szolgáló igéből származik. Tehát a szamuráj az, aki az urát szolgálja. *Bushi* a neve azoknak a szamurájoknak, akik a harcosi hagyományokat követő családokból származtak. Ezeket a családokat nevezték *buke*-nek.

A kiotói udvar hanyatlásával az erők átrendeződtek, a *Taira* család meggyengült, és 1185-re a *Minamoto*-k kerültek hatalomra. Az új főváros *Kamakura* lett, amely az ország feletti uralom és ellenőrzés szempontjából stratégiaiilag fontos helyen feküdt. A 12. századra a *bushi*-k jól körülhatárolt harcos osztályt alkottak, akikhez a szigeti nép feletti hatalomért harcoló nemesi származású *honke*-k és a buddhista templomokban nevelkedett harcosok, a *sōhei*-k tartoztak.

A buddhizmus terjedésével hatalmas földbirtokokkal rendelkező, befolyásos egyházfők vezette templomközösségek alakultak ki. A papok bérbe adták a földet, és súlyos adókat vetettek ki a használatáért. A *sōhei*-k érvényet szereztek a templomi adótörvényeknek, továbbá ők vívták az egymás rovására terjeszkedni igyekvő kolostorok közötti csatákat.

A 12. században, amikor a *Minamoto* család megdöntötte a rivális *Fujiwara* és *Taira* család uralmát, majd legyőzte a vezető buddhista templomok harcosait is, *Minamoto no Yoritomo* (1147–1199) (4. ábra) megalapította az első, *bushi*-kra támaszkodó katonai kormányzást. Ezzel kezdődött Japánban a *Kamakura*-kor, (1192–1333), amelyben a katonaság kormányozta az országot. [2]

A kard útjának – vagyis a kardvívásnak – a 14. század elejéig nincs *densho*-ja (a hagyomány iratai), így formai megalapítását nem tulajdoníthatjuk egy, vagy több mesternek sem. Eredete valódi küzdelmek hosszú sorából szűrődött le, valamint a harcosok által az évszázadok során folytatott gyakorlásokból. Ezen harcosok ügyessége, bátorsága rendkívüli volt, kardjuk minősége pedig megelőzte saját koruk technikai színvonalát.

A *bakufu* (a sógunátus katonai kormányzata) megerősödésével elkezdődhetett az új társadalmi osztály, a *bushi*-k aranykora, valamint a *Kotō*-korszak legendás japán kardjainak tündöklése. Ekkorra tehető egy új fogalom, a *budō*³ kialakulása, amelynek fejlődése elválaszthatatlan a *bushi*, a



4. ábra. Minamoto no Yoritomo



5. ábra. Ashikaga Yoshimitsu [10]

katona fejlődésétől. Azonban a mai értelemben vett *budō*-ról még nem beszélhetünk.

Az ország, amelyben a katonai elit kaszt uralkodott, merev és tökéletesen szervezett volt. Az időszak jó táptalajként szolgált a *bushi*-k erkölcsi kódexe, a *Bushidō* kialakulásához.

A *Bushidō*⁴ a harcos útját jelenti. Egyfajta erkölcsi felfogás, informális szabálygyűjtemény, amelyet általában a harcosok alapvető útmutatójaként ismernek, és eredete a 11–12. századig nyúlik vissza. A japán történelemnek ebben a korszakában, amikor a későbbi ún. *bushi* hagyomány még éppen csak bontakozni kezdett, a harcosok irányításának eszméjét kezdték magyarázni. Ezt az eszmerendszert, vagy törvénykönyvet ekkor még hivatalosan nem állították össze, s a *bushi*-k különböző nagyurai is eltérően értelmezték. A 13. században keletkezett *Kyūba no Michi* (Az íjászat és a lovaslás útja) a harcosi képzés első formális, írásos útmutatója. [3]

A harcosok osztályába tartozók kezében volt a hatalom, ezért a harcművészetek tanulmányozása, legelső helyen a kard útja, a gyakorlatok tökéletesedése óriási tempóban haladt előre. A *Kamakura*-kor időszakában a kardtechnikák kifinomultak, számos szellemi, filozófiai és vallásos vonás is beépült a tanításba.

A japán történelem során a 14. század elején úgy tűnt, hogy a kard útjának, hanyatlás a sorsa. Az *Ashikaga* családból származó harmadik sógun *Yoshimitsu* (1358–1408) (5. ábra) kitartó erőfeszítésének volt köszönhető, hogy újból feléledt a harci művészetek gyakorlása. *Yoshimitsu* egész életében támogatta a *dōjō*-k⁵ létrehozását, a harci művészeteket pedig rendszerezte.

A középkori Japán viharos és harcias történetében újabb fordulat történt, amikor a hatalom által elhanyagolt *bushi*-k már nem voltak képesek megőrizni helyüket a japán kormányzásban.

A *Muromachi*-kort (1333–1573) a *daimyō*-k (hűbérúr a középkori Japánban) egymás elleni véres csatái jellemezték (*Sengoku Jidai* 1477–1600), amelyek a tulajdonjogról, a

hatalomról és a hírnév utáni vágyakozásról szóltak. Ezeknek a szűnni nem akaró zavargásoknak a korszaka katasztrófát jelentett a japán nép számára. Az állandósult háború mindenkit arra ösztökölt, hogy tanulmányozza a kardforgatást, még ha csak a túlélés érdekében is.

Valószínűleg ez az egyik oka a karddal való gyakorlás *bushi*-kon kívüli elterjedésének. A *daimyō*-k a szigetországban mindenütt arra bátorították vazallusaikat és csapataikat, hogy tanulmányozzák a harcművészeteket, különösen pedig a kard útját. Azok, akik társaik közül legjobban ismerték, és alkalmazni tudták a kard művészetét, hatalmas presztízzsel és magas társadalmi pozícióval bírtak.

A hosszú háborúskodás végére, az 1600-as *sekigahara*-i csatára (6. ábra) már csak két család, a *Hosokawa*-k és a *Yamana*-k tábora maradt meg.

A harcművészetek számára ez az időszak rendkívül termékeny volt, hiszen a *kōryū-budō* (régi tanítások, régi iskola) közel 90%-a ekkor alakult ki. A több ezer kardstílusból (*ryū-ha*), amelyek e zavaros idők alatt születtek, mára 10–20 említhető. [1]

Miután a *Tokugawa* család hatalomra jutott (1603–1868) és *Edo*-ba (Tokió) költözött, 265 évig béke honolt Japán földjén. Az *Edo*-kor első felében vált újra főszereplővé az a társadalmi réteg, amely a *budō*-t létrehozta és formálta. Tehát az *Edo*-kori *budō* születése 1603-ra tehető, amikor *Tokugawa Iyasu* (7. ábra) sóguni címet kapott a császártól. Az uralkodó rétegben elhelyezkedő *bushi*-k számára lehetővé vált, hogy szinte teljesen a kard művészetének tanulmányozására fordítsák idejüket.

A *sengoku*-korszak vége és az *Edo*-kor kezdete, vagyis a 17. század azért is érdekes időszak volt, mert ekkor a *bushi*-k már letették a fegyvert, de még aktívak voltak azok a mesterek, akik részt vettek a harcokban, és maradt idejük átgondolni, rendszerezni mindazt a tapasztalatot, ami felgyűlt bennük. A gyakorlati tapasztalatból így terelődött a hangsúly elméleti síkra. (8. ábra.)

Sajátos dolog tehát, hogy a *budō* eszménye akkor alakult ki, amikor a *bushi*-knak már nem sok közük volt a





6. ábra. A sekigaharai csata [11]



7. ábra. Tokugawa Iyeyasu [12]

harchoz, mégis a *budō* megfogalmazásával, egységes rendszerré alakításával az eszmerendszer önálló életre kelt, és egy társadalmi réteg életformájává vált.



8. ábra. Nikko, kōdō dōjō (magyar jelentése: edzőterem) (Fotó: Fülek András)

Összességében a harci felfogás, a harcművészet nagy változásokon ment keresztül. A kard útjának addigi gyakorlata is múlttá vált, amely számukra nevelési és kulturális modell lett, azon erkölcsi, fizikai, szellemi, filozófiai és esztétikai értékek miatt, amelyeket tartalmazott.

A JAPÁN KARD KORSZAKAI

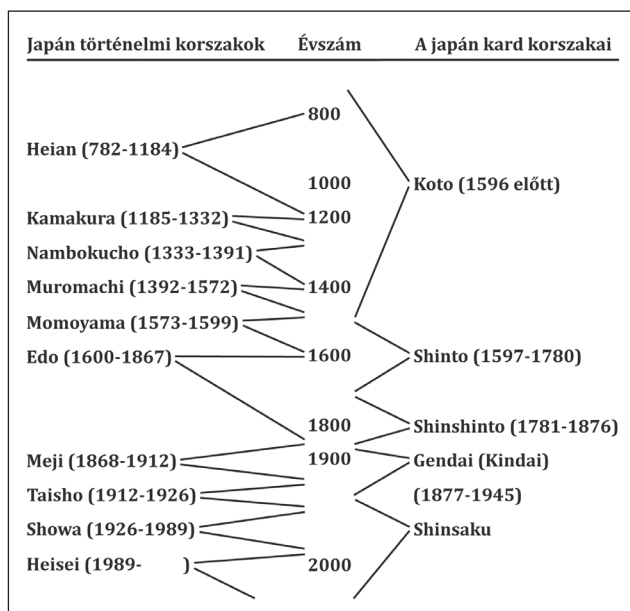
Az előzőekben feltártuk mindazon történelmi körülményeket, amelyek a japán társadalomban a kard, fegyverként betöltött szerepét kiemelték, és a harceszköz tökéletesítésére törekvő előállítására igényt fogalmaztak meg.

A továbbiakban ismerkedjünk meg korszakokra bontva a japán karddal, annak részeivel, előállításának módjával, technológiai lépéseivel, és mindazzal a lelki többlettel, amely Japánban valójában minden kézműves tevékenységet jellemez.

A hadtörténetben több egyedi kialakítású szálfegyvert is számon tartanak (többek között a damaszkuszi és a kínai kardokat). Valószínűsítjük azonban, hogy egyetlen nép hagyományában sem ért el olyan technológiai szintet, és olyan spirituális értéket a kard, mint Japánban. A japán kardnak lelke van! Ezoterikus *shinto* rituálék közepette kovácsolják, és története szorosan összefonódik az ország történetével.

A japán történelem és a japán kard előállításának, kialakításának korszakai szorosan összeforrtak. A háborús szokások változása azonban erőteljesen befolyásolta a *nihontō* formáját, amely Japánban kifejlesztett görbe formájú kard.

Az i. sz. 800 előtti, ún. *Chokutō* korszakban a régi egyes kardok uralkodtak. A *Kotō* korszak mesés kardjait a



9. ábra. A japán történelem és a japán kard korszakai [13]

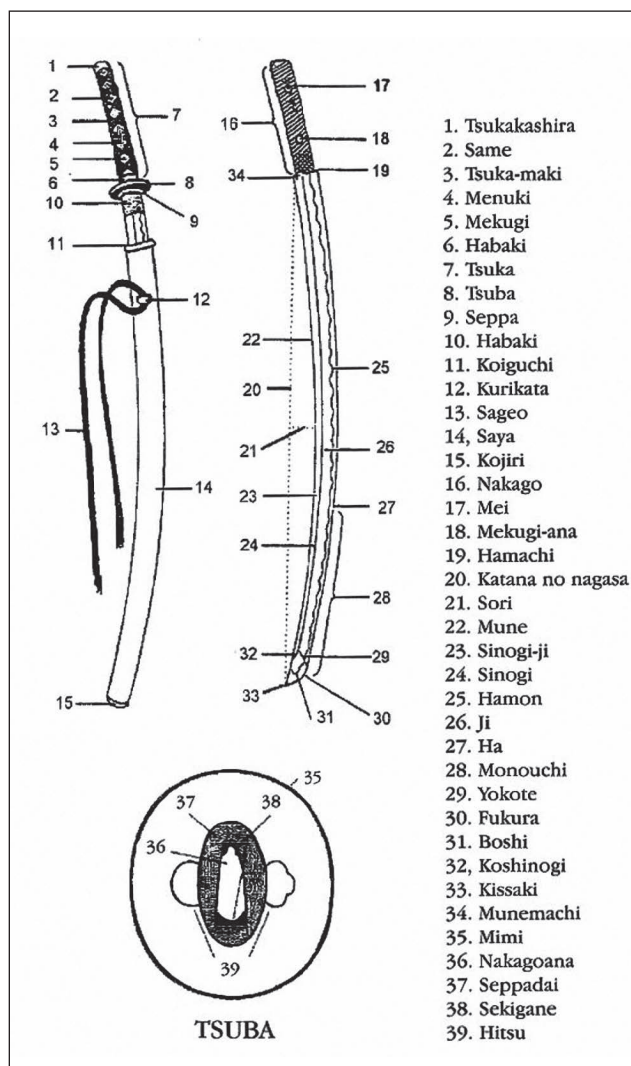
„rég kardok” korszakának is nevezik, míg a *Shintō* az „új kardok” korszaka volt. A *Shinshintō* az „új-új kardok” korszaka néven íródott, a *Gendaitō* pedig a „modern kardok” korszaka volt. Az utolsó, jelen korszak az „újonnan gyártott kardok” korszaka, a *Shinsakutō*, amelyből jelen tanulmányunkban a hagyományos technológiával, kézzel előállított kardokra fókuszálunk. (9. ábra.)

Korukhoz képest sok *nihontō* maradt meg a *Koto* korszakból is, hiszen a japánok a kezdetektől fogva megbecsülték a kardjukat. Nagyon sok kardot, ceremóniális eszközként *shinto* templomokban őriznek. A korai időkben még nem alakultak ki a különböző tartományokra jellemző technológiák és motívumok. A *Kamakura* időszakban, főleg a *Go-toba* császár udvarába összegyűjtött, és általa támogatott kardkovácsoknak köszönhetően azonban fellendült a kardkészítés.

A *katana* (japán hosszúkard) felépítését és elnevezését a 10. ábra szemlélteti.

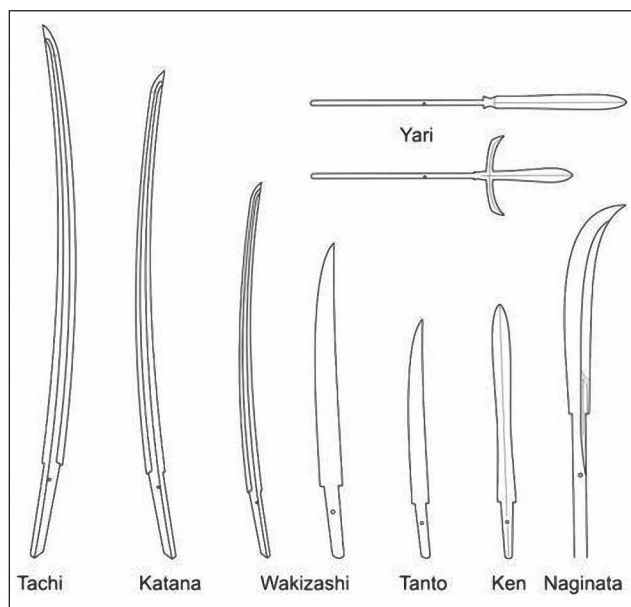
A japán kard mai formája és felépítése a korai *Heian* korban alakult ki. Kezdetben az egyenes *ken* (kétélű tőr/kard) és egyenes *tachi* (egyéltű, hosszúkard) terjedt el, majd a változó harcmódor (lovasról gyalogos harcmódorra való áttérés) és taktikai megfontolás okán (szűk helyen történő alkalmazhatóság) a vágásra alkalmasabb kisebb, és az íves kard is megjelent. A 11. ábrán a történelem során használt főbb szűrő- és vágófegyvereket láthatjuk.

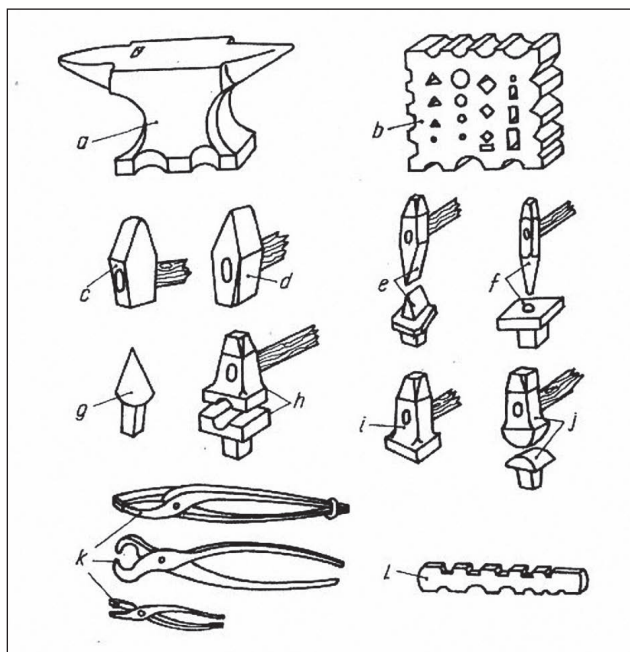
A hagyomány iratai több esetben is tartalmaznak olyan feljegyzéseket, ahol a kardkovács az általa kiadott kardra vonatkozóan értesül annak harci alkalmazása során szerzett tapasztalatokról és annak hatására a további gyártásnál bizonyos módosításokat eszközöl. Példaként említhető a szélesre kialakított vágóél és a nagy hegy, amelyek elsősorban azt a célt szolgálták, hogy az ütközet során megsérült pengét még a helyszínen újra lehessen csiszolni. A *Muromachi*-korban megjelenő *uchigatanát* a csaták helyszínének változása hívta életre, mivel a hadszíntér áttevődött a szűk utcák- és épületekkel zsúfolt városokra. Kezdetben visszatértek a korai *Kamakura*-korra jellemző *tachi* formájához, az erősen ívelt formához és a rövid hegyhez. A *katana* kialakítása és hordmódja okán annak alkalmazhatósága is fejlődött, mivel a kard kihúzásával egy fázisban, lehetőség volt akár döntő vágást is végezni. Az *uchigatanák* hosszúsága – *Muromachi*-



10. ábra. A japán hosszúkard (katana) részei [14]

11. ábra. Hagyományos japán fegyverek, pengealkalítások [15]





12. ábra. A kézi kovácsolás alapszerszámai [16]

(Az ábrán látható eszközök: a – kovácsüllő, b – mintás üllőlap, c – kalapács, d – keresztkalapács, e – nyeles vágó, f – nyeles lyukasztó és lyukasztóalátét, g – lyukasztó üllőbetét, h – kerek idomverő szerszámpár, i – simítókalapács, j – árkolókalapács, k – tűzfogók, l – mérősablon)

kori megjelenésük idején – 70–73 cm között változott. A Tenbun időszakra, a városi csatahelyszínek igényeihez igazodva 60 cm körülire zsugorodtak, majd később újra visszatértek az eredeti mérethez. A tömeges igény kiszolgálása érdekében megkezdődött a katanák tömeggyártása, ami egyértelműen azok minőségromlását hozta maga után. Ekkor szükségszerűvé vált a tömegtermékek, és a külön megrendelésre készült, magas minőségű kardok megkülönböztetése, amelyet a kardkovács által bevésített megfelelő jelzés is hitelesített.

A JAPÁN KARD ELŐÁLLÍTÁSA

A japán kovácsok által kifejlesztett kovácsolási technológia különleges, és kiállja az összehasonlítást a világ más részein használatos korabeli eljárásokkal. A 12. ábrán láthatjuk a hagyományos kézi kovácsolás során, a mai napig is használatos alapszerszámokat.

Mielőtt belemélyedünk a japán kard készítésének folyamatába, szükséges kiemelni, a japán kardokra jellemző legfontosabb tulajdonságokat: rugalmasság, az ütésekkel szembeni sérülésállóság és vágóerő. A sérülésállóság függ az anyag lágyságától és rugalmasságától, míg szilárdsága az acél keménységétől, ami a vágóerő alapja is. Ha azonban az acél túl kemény, akkor könnyen eltörhet, ha pedig

nagyon puha, akkor a kard gyorsan elveszíti az életét. A két, gyakorlatilag ellentétes tulajdonság ötvözésének legfontosabb jellegzetességei:

1. a kemény külső réteget úgy alakítják ki, hogy a fémdarabot többször hajlítják, és belőle kovácsolják ki a kardot. E fontos folyamat segítségével elkerülhető a foszfátos (hidegtörés) és a szulfátos (melegtörés) szennyeződések lerakódása, és így a különféle szerkezetű fémréteg nagy számban jön létre. (1. táblázat.)
2. A puhább belső magot kisebb széntartalmú acélból alakítják ki, és ezt ékelik be a külső rétegbe.
3. Az edzésvonal (hamon) úgy készül, hogy még a hevítés előtt az egész pengét faszénhamu tartalmú anyaggal vonják be a kívánt mintát kialakítva (maszkolva). A maszkanyag eltérő vastagsága és fedettsége következtében a penge felülete a vízbe merítéskor különböző mértékben és gyorsasággal hűl le az edzési folyamat során, és így különböző tulajdonságú acél keletkezik. Az él gyors lehűlésekor keményebb kristályszerkezet jön létre, míg a penge többi részének lassabb lehűlése puhább szerkezetet eredményez. [4]

A japán kard egybefüggő penge- és markolatrészt hagyományos előállításának főbb lépései [17]

1. A kard nyersanyagának kiválasztása.
2. A nyersanyagot vékony lapra kovácsolják, majd apró darabokra vágják.
3. A darabokat keménység és textúra szerint szétválogatják.
4. Az összekovácsolást a kétféle minőségű anyagból külön végzik el: a kard belső része mindig lágy darabokból áll, a felületi fémréteget pedig a kemény darabokból alakítják ki.
5. A kovácstűzhely 1200–1500 °C közötti hőmérséklete mellett folyamatosan kalapálják ki az anyagot.
6. Először hornyot alakítanak ki, majd annak mentén keresztben és hosszában meghajlítják a fémeket.
7. A kovácsolási folyamat során körülbelül 15-ször alakítják mind a kard belső részének, mind pedig a felületi rétegének anyagát. A hajtogatás során a kikalapálást és a meghajlítást ismétlik újra és újra.
8. Ezt követi a két rész összeillesztése, amely során a külső részt U alakúra kell formálni, a belső részt pedig úgy kell kialakítani, hogy beilleszthető legyen a felületi rétegbe.
9. A két részt összeillesztik és összekovácsolják.
10. A speciális szerkezetű fémdarabot további kovácsolással kard alakúra formálják.
11. A következő lépésben alakítják ki a japán kard jellegzetes formáját. Először levágják az anyag végét átlósan, majd egy kis kalapáccsal zömítve a fémeket, lépésről lépésre alakul ki a penge vége. Ezt a munkafolyamatot a téglalap keresztmetszetűre kovácsolt penge élszakaszának kovácsolása zárja.
12. A végleges formáját elnyert kardot vonókészítéssel szerszámmal nagyolják ki, amelynek során a penge felületének legkisebb felületi eltérései is megszűnnek. A pengét ezután durva kővel csiszolják.

1. táblázat. Hajtás- és rétegszámok

Hajtás	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Rétegszám	2	4	8	16	32	64	128	256	512
Hajtás	10	11	12	13	14	15	16	17	–
Rétegszám	1 024	2 048	4 096	8 192	16 384	32 768	65 536	131 072	–

13. Fontos lépés az edzésvonal (hamon) készítése. Ennek során a maszkminta egy agyagszerű – agyag, hamu és csiszolókö keverékéből álló – anyag felvitelével alakul ki.
14. Az így előkészített pengét vörösszázig hevítik.
15. Az edzés a penge hevítésével, majd vízbe merítve, hűtésével történik.
16. Az edzett fémben a megeresztés során minden belső feszültség megszűnik.
17. A pengét professzionális élezőkővel csiszolják.
18. Végezetül a mester a markolattüskébe beüti a névjegyet.

A cikk 2. részében részletesen ismertetjük a japán kard hagyományos előállításának folyamatát, kitérve a kard tulajdonságát alapvetően meghatározó eltérő keménységű rétegek kialakítására, továbbá a japán kardok ma is használt minősítési rendszerére, és a társadalomban betöltött szerepére.

(Folytatjuk)

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Reniez, Jean-Pierre, A japán kard útja. Bp.: Budo kiskönyvtár, 1993.;
- [2] Show, Scott: Szamuráj zen. Bp.: Lunarimpex Kiadó, 2000.;
- [3] Füleky András, „A harcművészeti kultúra kibontakozása az edo-kori Japánban I.” Hadtudományi Szemle 2, 2. szám (2009);
- [4] Sey Gábor, Japán kard. Bp.: Alexandra Kiadó, 1999.;
- [5] Fazekas József, A japán kard magyarul. Bp.: szerzői kiadás, 2009.;
- [6] Yokoyama Katsuhiko, „A Budō értéke napjainkban” In: Budo Kulturális Fórum konferencia kiadvány, 2002.;
- [7] Felice Beato, Portrait of a Yakunin (Samurai), c. 1866 Archival pigment print on handmade washi paper 50x66 cm. Forrás: <https://serindiagallery.com/collections/editioned-prints-artists-editions/products/copy-of-portrait-of-ponta-geisha-of-shinbashi-c-1895-by-%E9%B9%BF%E5%B3%B6%E6%B8%85%E5%85%B5%E8%A1%9B-kajima-seihei> (Letöltve: 2021.2.17.);
- [8] Japán császári felségjelvények. Forrás: <http://worldkings.org/tag/japanese-imperial-regalia> (Letöltve: 2020.1.10.);
- [9] Yoritomo portré, a kiotói Jingo-ji templomban található függő tekerics. Forrás: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/76/Minamoto_no_Yoritomo.jpg (Letöltve: 2020.1.10.);

- [10] „Ashikaga Yoshimitsu hivatalában” Forrás: https://en.wikipedia.org/wiki/Ashikaga_Yoshimitsu/media/File:Yoshimitsu_Ashikaga_cropped.jpg (Letöltve: 2020.1.10.);
- [11] Tsukioka Yoshitoshi, „A sekigahara-i nagy csata” (1868). Forrás: <https://ukiyo-e.org/image/artofjapan/11082068>, (Letöltve: 2020.1.10.);
- [12] Kanō Tan'yū festménye Tokugava Iyasuról (17. szd.). Forrás: https://en.wikipedia.org/wiki/Tokugawa_Iyasu, (Letöltve: 2020.1.10.);
- [13] „A japán történelem és a japán kard korszakai” Forrás: Sey Gábor, Japán kard Bp.: Alexandra Kiadó, 1999. p. 42;
- [14] „A japán hosszúkard (katana) részei” Forrás: Sey Gábor, Japán kard. Bp.: Alexandra Kiadó, 1999. p. 44.;
- [15] „Nihonto – Japán kard” Kangen Budo Dojo <https://www.kangenbudodojo.com/magyar/hasznos-informaciok/nihonto-japan-kard> (Letöltve: 2021.2.20.);
- [16] „Kézi kovácsszerszámok” Forrás: SEY Gábor, Japán kard. Bp.: Alexandra Kiadó, 1999. p. 24.;
- [17] „A japán hosszúkard készítésének folyamata” Forrás: Kawachi Kunihira – Manabe Masao, The Art of Japanese Sword (As Taught by the Experts) Tokyo: Ribun Shuppan Co., Ltd., 2004. pp. 134–135.

JEGYZETEK

- 1 A japán kifejezések a tanulmányban a nemzetközileg használt Hepburn-féle átírással szerepelnek. A szótövet dőlt betűk jelzik. Néhány japán szó, kifejezés, a magyar nyelvben már meghonosodott, ezért ezeket külön nem jelöltem (a szerző).
- 2 Két shakunál (61 cm) hosszabb hagyományos japán kard.
- 3 *Budō* – japán szó, fogalomkör, amelynek jelentése: követni a harcok hagyományát az élet és a halál mindennapokban megélt valóságából, s ebből eredően a mozgás kultúráján keresztül a személyiség fejlesztését, kiteljesítését tekinteni fő céljának. A *budō* a harcművészettel kapcsolatosan kifejezi mindazt a szellemi és gyakorlati örökséget, ami a japán közép- és *Edo*-kori időszakból származik.
- 4 Eszmerendszer, amely a *bushik* közép- és *Edo*-kori erkölcsi, fizikai és kulturális feladatait összegzi. Írásos formába elsőként *Yamamoto Tsunetomo* (1659–1719) szamuráj foglalta a *Hagakure* (1716) című műben.
- 5 Gyakorlati értelemben egy hely, ahol a harcművészetet gyakorolják, spirituális értelemben az a hely, ahol a harcművészek, gyakorlással a megvilágosodásra töreksenek.

HADITECHNIKA FOLYÓIRAT

A *Haditechnika* folyóirat korábbi számai megvásárolhatók:

Líra Könyváruház, Récsei Center 1146 Bp., Istvánmezei út 6., (telefon: 411-1543);

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

HM Zrínyi Nonprofit Kft. Ügyfélszolgálat (Budapest II., Filler u. 14., 1087 Budapest, Kerepesi út 29/b.)

Nyitvatartás: H.–P. 9–15 óra ugyfelszolgalat@hmzrinyi.hu.

Dr. Hajdú Ferenc* – Jásdi Balázs**

A 85 mm-es 1939M 52K 8,5/8,8 Flak 39(r) közepes légvédelmi ágyú magyarországi alkalmazása

A szovjet 1939M 85 mm-es (52 K) löveg fejlesztése az I. világháborúig nyúlik vissza. A cári orosz hadsereg már 1915-ben, a korábbi 1904M 76 mm-es löveg átalakításával, a németekéhez hasonló, gépkocsira telepített, magasztott talpra szerelt, 360°-ban körbeforgatható

légvédelmi ágyút fejlesztett. E löveg alapján 1931-re készítették el M. Ny. Loginov¹ orosz mérnök vezetésével a 31M 76 mm-es légvédelmi ágyút. Ennek az ágyúnak jellegzetes egytengelyes, levehető futóműves, bonyolult módon összecsiszható alsó talpa volt. 1938-ban a 36M 4 cm-es

1. ábra. Löveg átbillentése a gyakorlótéri tüzelőállásban 1948–1950 (Fotó: HM HIM, MNN1041-11)



ÖSSZEFOGLALÁS: A szerzők ismertetik a „Csatti” névre keresztelt – hagyományörzési célokra felújított – 85 mm-es 1939M 52K 8,5/8,8 Flak 39(r) közepes légvédelmi ágyú történetét. Visszatekintenek az ágyú fejlesztésének és gyártásának előzményeire, valamint felidéznek a II. világháború hadszínterein, különösen a Magyarországon történt alkalmazását. Bemutatják a Magyar Tartalékosok Szövetsége (MATASZ) hagyományörzőinek áldozatos munkáját, amellyel a légvédelmi ágyú egy leselejtezett példányát működőképes állapotba hozták.

KULCSSZAVAK: 85 mm-es 1939M légvédelmi ágyú, „Csatti”, MATASZ, II. világháború, lőelemképző

ABSTRACT: The authors present the history of the 85 mm 1939M 52K (8.5 / 8.8 Flak 39 (r) medium air defense gun, which has been renamed the “Csatti” and has been refurbished for traditional purposes. They look back at the history of cannon development and production, and recall on the battlefields of World War II, especially in Hungary. They present the sacrificial work of the traditionalists of the Association of Hungarian Reserves in bringing a discarded weapon to working condition.

KEY WORDS: 85 mm 1939M anti-aircraft gun, “Csatti”, MATASZ, II. world war, ammunition

* Ezredes, MH Modernizációs Intézet Innovációs Igazgatóság, igazgató. ORCID: 0000-0003-0449-7678

** Honvédelmi alkalmazott MH BHD 32 NHD. ORCID:0000-0003-4925-4293



2. ábra. Irányzó-gyakorló műszer használata 1948–1950
(Fotó: HM HIM, MNN1041-5)

Bofors géppágyú alsó talpához hasonló kéttengelyes futóművel szerelték fel. (A Bofors hátsó futóműve már rendelkezett a hátsó kerekeit fékező dobfékkel.) A lövegről kivezetett fékkötelet a vontatón ülő egyik kezelő kézi erővel működtette. Ezen a talpon a légvédelmi ágyút, – a tengelyeket átbillentő vasrudak segítségével – kézi erővel, 180°-kal el lehet fordítani, amitől a löveg talpaira leereszkedik. Az alsó talpat a háború időszakában egyszerűsítették, a rugókat függőlegesre cserélték, és a talp préselt elemeit már közönséges C profilú acélgerendákból gyártották. A fegyver kezelése egyszerű. Hátránya azonban, hogy tüzeléskor a 4 db kerék az ágyú körüli személyi mozgást akadályozhatta, kétségtelen előnye viszont, hogy így gyorsabban lehetett tüzelőállást váltani.

Minden bizonnyal Loginov tervezőirodája is figyelemmel kísérte a német Flak 18-as 8,8 cm-es légvédelmi ágyú fejlesztését, amelynek eredményeként már 1936-ban megjelent a 8,8 cm-es Flak 36, amelyet a Flak 37 és a 41 típusok követtek. Szovjet-Oroszország és Németország között az 1920-as, '30-as években igen intenzív ipari, kutatás-fejlesztési együttműködés zajlott. Ennek keretében például a német Junkers Flugzeug- und Motorenwerke AG repülőgépgyártási programot folytatott Oroszországban, ahol gyárat is létesítettek, és repülőgéplcencet adtak át az oroszoknak. Ugyanabban az időben a Rheinmetall AG a 36 mm-es könnyű páncceltörő ágyú licencét átengedte a Szovjetuniónak. A német fejlesztéshez hasonlóan 1939-re elkészült a 85 mm-es 39M (52 K) légvédelmi ágyú, amely a

3. ábra. Tüzéravatás Győrben, az MH 12. Arrabona Légvédelmi Rakétaezred alakulóterén, 2018. december 4-én
(Forrás: MATASZ archív)



4. ábra. 1. számu egységfelszerelés-láda (Fotó: Ranyák Eszter)

II. világháború végéig a szovjet légvédelem meghatározó, korszerű, és egyben ikonikus lövegtípusa lett. Az ágyút már felszerelték elektromos jelfogórendszerrel, amely a PUAZO mechanikus löelemképző által kiszámolt oldal-, magassági és gyújtóadatait késedelem nélkül tudta elektromos úton venni. A csövet ellátták csőszájfékkel. A csőfarba függőleges mozgású, félautomata ékzárát építettek be. Az első lövés után a félautomata ékzár a hátrasikláskor kinyílt, az üres hüvelyt kivetette, a betöltéskor pedig a zárcukó rugó bezárta azt. A hidro-pneumatikus léghelyretelő a cső fölött, a hidraulikus fék pedig a cső alatt, az ún. bölcsőben helyezkedett el. A szovjet 52K löveg és a német Flak 18/36 hasonlósága – az alsó talptól eltekintve – szembeütő. A két kiegyensúlyozó rugót a Flak 18/36-tól eltérően nem elől vízszintesen, hanem a csőfar alatt, majdnem függőlegesen helyezték el. A fenti löveg modernebb váltótípusán, a 100 mm-es KS–19-es légvédelmi ágyún a kiegyensúlyozó szerkezet már szintén előre került.

E lövegeknek fontos szerepük volt az 1941. évi moszkvai csatában, ahol a várost védő szovjet légvédelmi tüzérek ezekkel az ágyúkkal sikeresen vették fel a harcot az előrenyomuló német harckocsikkal.

1941-ben a németek több száz 31M, 38M és 39M légvédelmi ágyút zsákmányoltak, amelyeket a nagy darabszámra való tekintettel a hátszági légvédelemben rendszeresítettek. A 85 mm-es lövegeket felfűrták 8,8 cm-esre és a korábbi szovjet jelfogókat német gyártmányú, váltóáramú típusra cserélték. Ezek az ágyúk a 8,5/8,8 Flak 39(r) jelzést kapták. Az ágyú harcászati műszaki adatai kis mértékben romlottak az űrméret megváltoztatása következtében.

A Magyar Királyi Honvédség a németektől 1943-ban 90 db 39M légvédelmi löveget kapott [1], amelyeket elsősorban Budapest légtérének védelme érdekében vetettek be. Több fénykép is fennmaradt, amelyeken az Erzsébet és a Lánchíd budai hídfőinél a hidakat biztosítják, valamint egy löveg a Horthy Miklós körtéren (ma: Móricz Zsigmond körtér) volt harcállásban 1945 januárjában.

Ezeket a lövegeket a város körül körben helyezték el, úgy, hogy a kilövést semmi se zavarja, és kezelőik szabad rálátással rendelkezzenek a látóhatárra. Budapest bekerítése előtt, az 1943-ban kapott 3 üteg eredeti német 8,8 cm Flak 37 löveget, szállító és vontató járművek segítségével hátra vonták. A felfűrt 85 mm-es szovjet lövegeket objektumvédelemre szánták, de kiszolgáló járművekkel alig rendelkeztek. Ezért csak néhány üteg lövegei kerültek a város belső részébe, elsősorban utcai erődítések támogatására. A harceszközök mozgatását főként traktorokkal és teherautókkal oldották meg. (A hadtörténeti archívumok rendelkeznek néhány archív fényképfelvétellel a városba





5. ábra. A hagyományörzők légvédelmi ágyúját gyakran alkalmazzák kellékként filmforgatásokon. A fotó egy jelenetben, „tüzelőállásban” örökítette meg „Csatti”-t (Fotó: Ranyák Eszter)

telepített lövegekről.) A többi löveg az eredeti tüzelőállásból lőtte a szovjet erőket. Amint a frontvonal elérte a Magyar Királyi Honvédség Budapest környékére telepített légvédelmi lövegeinek vonalát, a kezelők a lövegeket felrobbantották, és visszavonultak a belvárosba. A lövegek darabszáma – a többi rendszerben lévő légvédelmi ágyú darabszámának ismeretében – nem lebecsülendő. Ezek az ágyúk a kezelők körében népszerűek voltak, hiszen tömegük a német lövegeknél jóval kisebb volt, és mozgathatóságuk is lényegesen egyszerűbben oldották meg.

1945 után az 1948-as átfegyverzési program keretében Magyarország a többi szovjet haditechnikai eszközzel együtt megvásárolta (az akkorra már elavult) 85 mm-es 1939M légvédelmi ágyú licencét is. A lövegeket Diósgyőrben (Miskolci Nehézszerző Gépgyár Nemzeti Vállalat, fedőszáma: 11) az 1950-es évek közepéig több mint 1000 példányban gyártották [10] (az ismert gyári azonosító számok alapján), noha a szovjetek 1947-től már áttértek a 100 mm-es KS 19 légvédelmi ágyú gyártására.

Az '50-es évek végén a típust teljesen kivonták a hazai légvédelemből, csak 15 példányt tartottak meg a protokolláris díszlövészek végrehajtására. Az április 4-i díszszemlék² elengedhetetlen része volt a díszlövés, ahol 12 ágyús díszüteg váltotta ki az össztűzeket, és további 3 ágyú tartalékként állt rendelkezésre az ócsai bázison. A kezelőszemélyzetet minden alkalommal a Zalka Máté Katonai Műszaki Főiskola légvédelmi tüzér hallgatói adták. Az ágyúkra (valószínűleg 1980-ban) központilag vezérelhető elektromos elsütőrendszert szereltek. A felszerelt mágnesek miatt azonban a csöveket már nem lehetett teljesen felemelni. A kézi elsütés lehetősége továbbra is megmaradt, az ismétlő-felhúzó karokat azonban eltávolították. Az egyetlen

6. ábra. Légvédelmi ágyú hagyományörző kezelőszemélyzetrel a Pákozdi Katonai Emlékparkban (Fotó: Ranyák Eszter)



7. ábra. Torkollattűz speciális pirotechnikai töltettel (Fotó: Ranyák Eszter)

fennmaradt lövegkönyv tanúsága szerint az utolsó díszlövészekre 1988. április 4-én került sor. Ekkor 71 díszlövészt adtak le a No.: 388. számú lövegvel. A lövegkönyv egyik érdekessége, hogy az 1952. évi gyártási év és 1958. január 20-a között semmilyen adatot sem vezettek. Ennek oka az lehet, hogy 1956-ban sok más eszközzel együtt ezt a löveget is örízetlenül hagyták, és az eredeti lövegkönyve ebben az időszakban elveszett. Az okmányt 1958-ban pótolták, de ebbe a lövegkönyvbe éles lövéseket már nem vezettek.

A löveg mindegyik változatából időzíthető gyújtóval szerelt légvédelmi repeszgránátot, repesz-romboló gránátot, különböző páncceltörő, világító és propaganda célú lövedékeket lehetett tüzelni. A II. világháborúban a 85 mm-es légvédelmi-repeszgránátokat a T-5-M lőporkorongos időzíthetőgyújtóval szerelték, sőt az űrméretes páncceltörő lövedék mellett már használtak űrméret alatti lövedékeket is. A lövedék a hüvellyel egybeszerelt, ún. egyesített lőszer volt. A magyar lőszeres ládákba 3 db, a szovjetbe pedig 4 db lőszert máháltak.

2016-ban a Magyar Tartalékosok Szövetsége (MATASZ) hagyományörzői a fent említett díszlövő légvédelmi ágyúk egyikét a honvédségi inkurrencia kiürítéséből megvásárolta. Néhány hónap alatt – Jásdi Balázs vezetésével és Papp János zászlós, egykori lövegtechnikus segítségével – saját kezűleg felújították az eszközt, és a hatástalanítást hivatalos technológiai utasítás szerint végrehajtották. A felújításnak és átalakításnak köszönhetően a löveg ismét alkalmassá vált díszlövészek leadására. Az új funkcióval felruházott löveget a MATASZ hagyományörző profiljaihoz igazodva tudják használni II. világháborút és 1956-os forradalmat felidéző bemutatásokon, továbbá filmforgatásokon szovjet, illetve német szerepekben is. A tartalékosok hagyományörző csapata ennek megfelelően rendelkezik 1956-os és II. világháborús magyar, szovjet és német egyenruházattal is. A háborút után rendszeresített lövegpaizsot a felújítás során eltávolították, mivel a hagyományörzők az 1943. évi

	1939M (52K) 85 mm	8,5/8,8 Flak 39(r)
Csőhosszúság	4692 mm	4692 mm
Csőhosszúság kaliberben	55,2	53,3
Huzagolás	állandó	emelkedő
Huzagolás hosszúsága	3496 mm	3496 mm
Barázdák száma	24	32
Tömeg tüzelőállásban	4500 kg	4300 kg
Tömege szállításkor	4500 kg	4500 kg
Csőtengely magassága vízszintes csőállásnál	1450 mm	1450 mm
Csőemelkedés	-3 – +80°	-3 – +80°
Lövedék kezdősebessége	800 m/s	790 m/s
Legnagyobb lőtávolság	15 500 m	14 400 m
Legnagyobb tüzelési magasság	10 500 m	10 000 m
A teljes lőszer tömege (légvédelmi repesz)	15,8 kg	14,7 kg
Lövedék tömege (légvédelmi repeszgránát)	9,62 kg	9,099 kg
Lövedék robbanótöltet (légvédelmi repesz)	0,63 kg	0,9 kg
Kilövőtöltet (hajítótöltet)	2,6 kg	2,7 kg

Szovjet forrás szerint az eredeti 85 mm-es légvédelmi repeszgránátok kezdősebessége 780 m/s.

állapot bemutatására törekedtek. Az ágyún sikerült helyreállítani a műszereket is, és egy gyújtótól optikai irányzékot is beszereztek hozzá.

Egy évvel később egy eredeti egységfelszereléssel és az eredeti működőképes világítóberendezés-készlettel gyarapodott a löveget kiegészítő eszközök köre. Néhány üteg és ezred egységfelszerelés-ládát és 20 db lőszeresládát is sikerült beszerezni. Eredeti, 4 m-es távmérő nem található az elérhető kiegészítő eszközök között, csere során azonban sikerült beszerezni egy ahhoz nagyon hasonló, 3 m-es műszert. A szakemberek jelenleg egy GAMMA-Juhász féle, II. világháborús löelemképző műszer 1:1 méretarányú fémépítésű működő maketten dolgoznak. A céljuk az, hogy a löelemképzőt elektromosan összekössék a löveg műszereivel, így a bemutatókon a löelemképző és a löveg együtt tudjon dolgozni.

A fenti eszköz a jelenlegi állapotában és felszereltségével nemzetközi szinten is különleges értéket képvisel. Az ágyút a hagyományörzők vezérlővegüknek tekintik, és a harcszöközt egykori barátjukról, segítőjükről, Kovács László nyá. ezredesről, becenevén Csatti-ról nevezték el. A hagyományörzők felújított légvédelmi lövege „szolgáltatást teljesített” többek között a budapesti Hősök terén, több filmben is fontos szerepként vonult fel, és különböző rendezvények fő látványossága volt.

A győri MH 12. Arrabona Légvédelmi Rakétaezred rendezvényeinek – a tüzérségi fegyvernem hagyományainak legendás és működőképes képviselőjeként – visszatérő közreműködője.

Az ágyú „beavató” (jelképes névadó) ünnepségét 2016 áprilisában, Pákozdon, a Katonai Emlékparkban tartották. A rendezvényen jelen volt Könczöl Ferenc ezredes, Tömböl László nyá. vezérezredes és Kókai Rita, Gyermely község polgármestere. [6]

A közelmúltban a MATASZ hagyományörzői egy újabb 85-öst is beszereztek, ennek felújításában a debreceni Kratochvíl Károly Honvéd Középiskola és Kollégium hallgatói is közreműködtek. A 2. löveg kezelőszemélyzetét is a honvéd középiskola hallgatói adják, így a jövő katonái is megjelennek a bemutatókon.

Az immáron polgári célra átalakított légvédelmi ágyú jelenlegi állapotában kiválóan alkalmas arra, hogy hiteles

II. világháborús magyar légvédelmi tüzérséget dinamikus és statikus módon a hagyományörző katonák megjelenítsék.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Barczy Zoltán, Sárhidai Gyula, *A Magyar Királyi Honvédség Légvédelme* Budapest: Zrínyi Kiadó 2010;
- [2] *Lövegekönyv*, 388.sz. ágyú;
- [3] Schmitt, Günter, *Junkers und seine Flugzeuge* transpress Berlin: VEB Verlag für Verkehrswesen, 1986;
- [4] Zyganow, Iwan Semjonowitsch – Sossulin, Jewgeni Alexandrowitsch, *Geschütze, Granatwerfer, Geschosswerfer* Berlin: Militärverlag DDR, 1981;
- [5] Pataj, Stefan, *Artyleria Ladowa 1871-1970* Varsó: Wyd. Most, 1975;
- [6] Kálmánfi Gábor, „Nevet kapott az ágyú” Honvédelem.hu, 2016. 4. 11. <https://honvedelem.hu/galeriak/nevet-kapott-az-agyu.html> (Letöltve: 2021.5.2.);
- [7] *TM E9-369A German 88-MM Antiaircraft Gun* Material War Department (USA), 1943;
- [8] Szűcs László, „Tíz kevésbé ismert tény a Magyar Néphadseregéről” Honvédelem.hu, 2013.9.28., <https://honvedelem.hu/hatter/multidezo/tiz-kevesbe-kozismert-teny-a-magyar-nephadseregrol.html> (Letöltve: 2021.5.2.);
- [9] „TÜFE/136 Lőszer Anyagismeret”, Honvédelmi Minisztérium kiadása, 1972.
- [10] Dobrossy István (szerk.), *Diósgyőri Gépgyár történetéhez* Miskolc: 2009, 100. p.

JEGYZETEK

- 1 Mikhail Nyikolajevics Loginov orosz mérnök (1903–1940) a kalinyingrádi (Moszkvai terület) 8. Kalinin Ágyúgyár tervezőirodájának vezetőjeként számos páncéltörő, légvédelemi és más típusú tüzérség eszköz tervezésében vett részt (a szerk.).
- 2 A díszszemle a korabeli terminológia szerint „hazánk felszabadulásának” nevezett ünnepen rendezett katonai felvonulás, technikai bemutató volt. A díszszemléket 1948–1965 között évente, 1965–1985 között pedig öt évente rendezték meg (a szerk.).

CONTENTS

STUDIES

Virtual Reality and the Armed Forces – Civil applications, Part 3	2
The Aero Vodochody Czech Aircraft Company and its Planes, Part 1	9
Electric Propulsion of Airplanes – Necessity with Compromises, Part 5	15
Twenty first century development in the HDF Forces: The KC-390 tactical military transport aircraft	20

INTERNATIONAL MILTECH REVIEW

An analysis of the Russian Federation's A2AD system in the Baltics and the NATO's response, Part 1	27
The HUSAR Reconnaissance and Targeting UAV System	33

SPACE ACTIVITIES

Lunar Rovers and Martian Vehicles, Part 2	37
Directional Distribution of Gamma-ray Bursts	43

DOMESTIC SURVEY

Gidrán – The Introduction of an Improved Mine Protected Fighting Vehicle in the Hungarian Defence Forces, Part 2	47
Revision of Geoinformation Support Doctrine in the Context of New Adapted Equipment, Part 1	55
Currus Aires Multipurpose Bus Gets New Function Manufacturing Vaccination Bus at HM Currus co. ltd. The ZU-M Electronic Airborne Tuning Block History of a Hungarian Development	61

MILTECH HISTORY

The Japanese Sword – National Treasure Forged from Fire, Part 1	65
The 85mm 1939M 52K (8,5/8,8 Flak 39) Anti-Aircraft Artillery Gun and the Review its Application in Hungary from 1943 up to the present day	72

A címképünkön: A Currus Aires moduláris jármű továbbfejlesztett változata a COVID-19-pandémia megfékezésének hatékony eszközévé vált (Fotó: Kertész László/HM Zrínyi Nonprofit Kft./honvedelem.hu)

Borító 2: A törökországi Nurok Makina üzemében, a német Messer Cutting Systems lézervágó gépen – OmniWin szoftver alkalmazásával – készül a Hidrán „szabásminta”. A vágókészülékre irányított színes kamera megkönnyíti a munkafolyamat megfigyelését a képernyőn

Lent: A Hidrán harcjármű páncéltáncak kialakítása lézerez technológiával. A felvétel az első, a Magyar Honvédség számára gyártott példányról készült (Fotók: Ocskay István)

Borító 3: Fent: Az Aero Vodochody cseh repülőgépgyártó vállalat és az amerikai Williams International közreműködésével gyártott L-39NG és az Aero Vodochody L-159 ALCA könnyű harci repülőgép bemutatórepülés során (Forrás: Aero Vodochody)
Lent: Prágától északra, a nagy hagyománnyal rendelkező Aero Vodochody repülőgépgyárban gyártják és szerelik össze az L-39NG típusú repülőgépeket (Fotó: Kelecsényi István)

INHALTVERZEICHNIS

STUDIEN

Virtuelle Realität und Streitkräfte – Zivile Anwendungsmöglichkeiten, Teil III.	2
Die tschechische AeroVodochody Aktiengesellschaft und ihre Flugzeuge, Teil I.	9
Elektrischer Antrieb von Flugzeugen – eine Notwendigkeit mit Kompromissen, Teil V.	15
Entwicklung des 21. Jahrhunderts in den Ungarischen Streitkräften – Einführung des taktischen Militärtransportflugzeugs “KC-390”	20

INTERNATIONALE WEHRTECHNISCHE RUNDSCHAU

Analyse der A2AD-Fähigkeiten der Russischen Föderation und der NATO-Reaktionen im Baltikum, Teil I.	27
Das unbemannte Aufklärungs- und Zielsystem “HUSAR”	33

RAUMFAHRTTECHNIK

Lunar Roving Vehicles (LRV) und Mars Exploration Rovers (MER), Teil II.	37
Richtungsverteilung von Gammablitzern	43

HEIMATSCHAU

Das Hidrán – Ein Kampffahrzeugs mit erhöhtem Minenschutz bei den Ungarischen Streitkräften, Teil II.	47
Überprüfung der Geoinformation Unterstützungsdoktrin des Verteidigungsministerium im Lichte der neuen technischen Mittel, Teil I.	55
Der Multifunktionsbus CurrusAries wurde um eine weitere Funktion erweitert Impfbusherstellung bei der HM CURRUS AG Die integrierte elektronische Stimmereinheit Typ ZU-M Die Geschichte einer ungarischer militärischer Entwicklung	61

GESCHICHTE FÜR WEHRTECHNIK

Das japanische Schwert – Nationalschatz aus Feuer geboren, Teil I.	65
Einsatz der mittleren Flugabwehrkanone vom Kaliber 85 mm “1939M 52K 8.5 / 8.8 Flak 39(r)” in Ungarn	72

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 felhasználott 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 felhasználott irodalom jegyzékében, amelyre a szerző a törzsszövegben nem hivatkozik. A szerzői jogra (copyright) vonatkozó jogok és kötelezettségek, továbbá a tiszteltetdíj 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: hirlapeloizetes@posta.hu, faxon: 303-3440,

Stúdió könyvesbolt 1138 Bp., Népfürdő u. 15/D,

telefon/fax: 359-1964, 359-6461, HM Zrínyi Nonprofit Kft.

Ügyfélszolgálat Budapest II., Fillér u. 14.

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

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

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

A Haditechnika megvásárolható

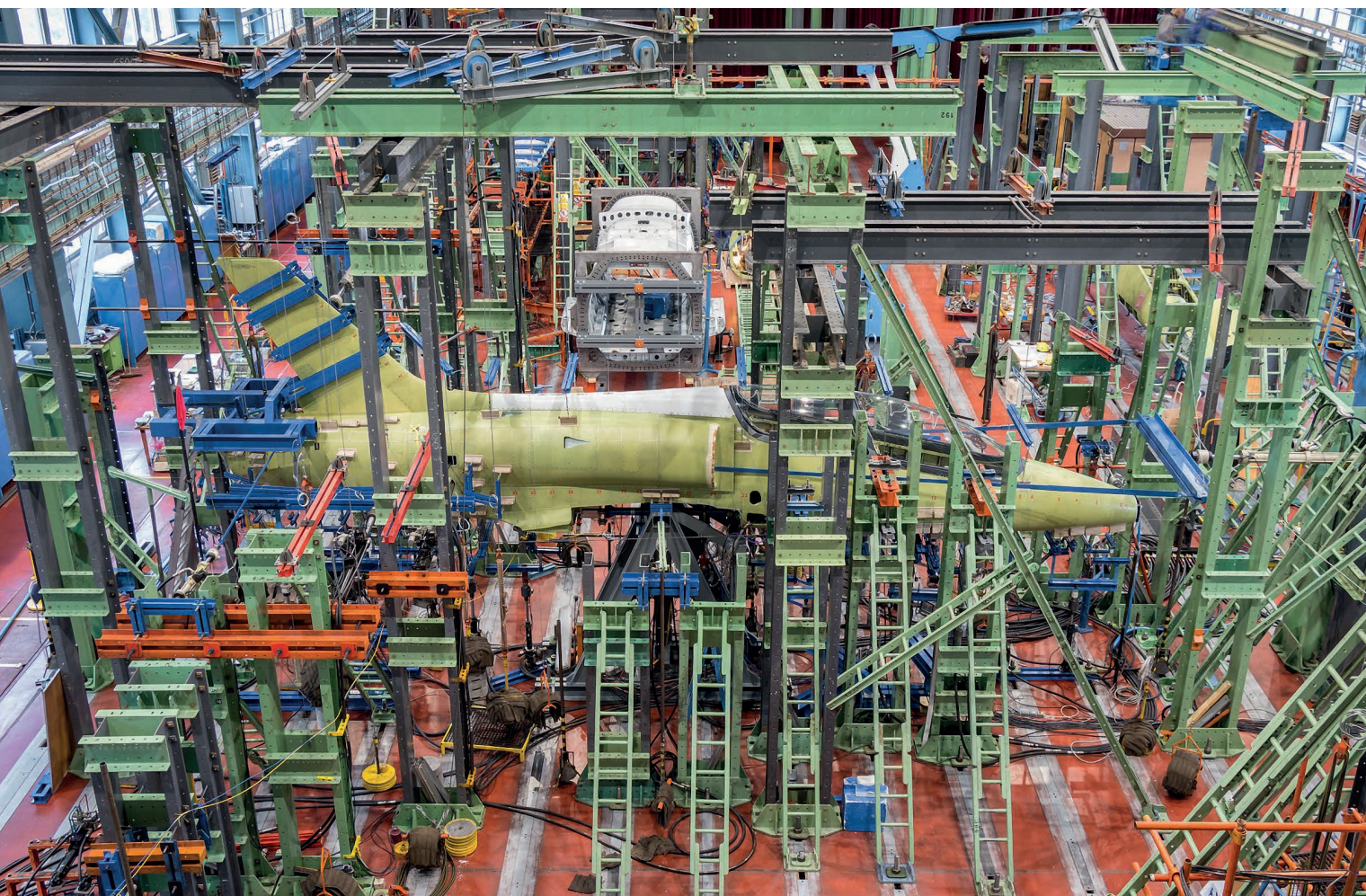
Líra Könyvárúház, Récsei Center 1146 Bp., Istvánmezei út 6., telefon: 411-1543

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!

