

HADITECHNIKA

2024/6.

A MÚLT, A JELEN ÉS A JÖVŐ FEGYVEREI

LVIII. ÉVFOLYAM 6. SZÁM • ÁR: 990 Ft

KOMONDOR RDO-3927 KOMBINÁLT FELÉPÍTMÉNNYEL



A LEOPARD 2
HARCKOCSICALÁD
ÜZEMELTETÉSI
RENDSZERE

POSZTER-
MELLÉKLETTEL



**A MAGYAR HONVÉDSÉG
MŰSZAKI-TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATA**

Az MTA IX. osztály Hadtudományi
Bizottsága által „A” kategóriába sorolt,
lektorált folyóirat,
LVIII. évfolyam 2024/6. szám

A szerkesztőbizottság elnöke:
Dr. Porkoláb Imre dandártábornok

A szerkesztőbizottság alelnöke:
Bárány Zoltán Gábor ezredes (MH HTP)

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

A szerkesztőbizottság tagjai:
Dr. Both Előd (Magyar Asztronautikai Társaság)
Dr. habil. Gyarmati József ezredes (NKE HHK)
Prof. dr. Haig Zsolt ezredes (NKE HHK KMDI)
Dr. Hajdú Ferenc (MHTT, TÜK)
Prof. dr. Kiss Péter (Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem)
Prof. dr. Kovács László vezérőrnagy (NKE HHK)
Dr. Koller József dandártábornok
Könczöl Ferenc ezredes (MH LEP)
Dr. Lippai Péter dandártábornok (NKE HHK dékán)
Magyar Ferenc (ZalaZone)
Dr. Németh András alezredes (NKE HHK)
Prof. dr. Rohács József CSc. (BME)
Solymosi Ferenc dandártábornok (MH TTP)
Dr. Trembeczki László András
(HM El Zrt., HM ARMCOM Zrt.)

Lektori bizottság elnöke:
Dr. Keszthelyi Gyula ny. dandártábornok (MKLE)

Felelős szerkesztő:
Dr. Végvári Zsolt alezredes (NKE HHK, MHTT, TÜK, MEE)

Szerkesztő:
Havasi Máté

Katonai szerkesztő:
Druzsán József őrnagy (MHTT, TÜK, MKLE)

Szerkesztőasszisztens:
Drahos Gabriella

Olvasószerkesztő: Tóth László ny. alezredes
Tördelés: Kiss Fanni Flóra

Műszaki szerkesztés: Gróf István
A Zrínyi Kiadó igazgatója: dr. Hajdú Ferenc
Nyomdai előkészítés és nyomtatás: HM Zrínyi Nonprofit Kft.
Felelős vezető: Kulcsár Gábor ügyvezető

A Haditechnika kéthavonként nyomtatásban megjelenő folyóirat.

A szerkesztőség elérhetőségei:
1024 Budapest, Szilágyi Erzsébet fasor 7-9. Telefon: +36 70 199-8648
haditechnika@hmrzinyi.hu
kiadvany.magyarhonvedseg.hu/index.php/HT
https://www.facebook.com/HTfolyoirat/
INDEX: 25381 ISSN 0230-6891 (Nyomtatott) ■ ISSN 1786-996X (Online)

TANULMÁNYOK

- **Földi Ferenc**
A Gepárd nagy űrméretű puskák
fejlesztésének története *XI. rész*
35 év a honvédség szolgálatában 2
- **Vozsech István**
Hevederléptető kényszerpályák 7

NEMZETKÖZI HADITECH NIKAI SZEMLE

- **Kovács Zoltán**
M1150 páncélozott átjárónyitó jármű 13
- **Dikács Csaba**
MiG-29 repülőgépek a jugoszláv
és a szerb légierőben (1987–2024) *I. rész* 21
- **Kizmus Szabolcs**
Hidegháborús bunkerek *II. rész* 26
- **Ozsváth Sándor**
ZALA Lancet típusú kamikaze drónok
az orosz–ukrán háborúban 31

ŰRTECHNIKA

- **Boszó István**
A műholdas földmegfigyelés fajtái
és platformjai; aktív mikrohullámú
távérzékelés 35
- **Szabó Sándor András**
Barokamra mint technikai létesítmény
és repülésélettani kiképzőeszköz *I. rész* 40

HAZAI TÜKÖR

- **Nagy Norbert**
A Leopard 2 harckocsisalád
üzemeltetési rendszere *I. rész* 45
- **Zsitnyányi Attila**
Könnyű páncélvédett bázisjárműcsalád
fejlesztése Magyarországon
A Komondor RDO-3927 típusjelű jármű 49
- **Bíró Tamás**
Egy új páncéltörő rendszer
bemutakozása
a Magyar Honvédségben 56

HADITECHNIKA-TÖRTÉNET

- **Hajós Bence**
NDK hadihídkészletből épített
közúti hidak Magyarországon 62
- **Somkutas Róbert**
A német alárendeltségbe léptetett
magyar királyi I. gyorsadtest
tevékenysége *X. rész*
Magyar dandárok a Bug folyónál
– Pecsarától a Trosztanyecig
(1941. 07. 26–29.) 70



21



2



26



45



40



82. ÁBRA.

A Picatinny sínes
Gepárd M1 tüzelőállásban,
az EUFOR Kontingens
9. váltásának
mesterlövész-felkészítő
kiképzésén, Dócon
(Fotó: MH RF 14. mű. e. /
Bökény János tizedes)

FÖLDI FERENC*

A GEPÁRD NAGY ŪRMÉRETŰ PUSKÁK FEJLESZTÉSÉNEK TÖRTÉNETE

XI. RÉSZ

35 ÉV A HONVÉDSÉG SZOLGÁLATÁBAN

A Gepárd M1 mesterlövészpuska több mint három évtizede szolgálja a Magyar Honvédséget. A tanulmány előző részei a fegyver fejlesztésének előzményeit, a tervezés során felmerült problémákat, valamint azok megoldását ismertette, továbbá a speciális számításokra alapozott fegyvertechnikai megoldásokat mutatta be. Ebben a részben az 1991. évi rendszeresítést közvetlenül megelőző feladatokat, az azt követő sorozatgyártás eredményeit, valamint a közben váratlanul fellépő (nem fegyverszerkezeti, hanem gyártókapacitási) problémák orvoslását, továbbá a fegyver állvány-szerkezeteinek műszaki megoldásait ismerteti a szerző.

A „0”-sorozati példányok repasszá-lása¹¹¹ után rövidített (úgynevezett: forszírozott) csapatpróbára került sor az A1004 gyártási számú és az M1A1 változatú fegyverekkel, kiváltképpen az új fejlesztésű irányzótvárcsövet érintően, 1991. október 16–21. között.

A csapatpróba eredménye minden tekintetben pozitív volt. A tapasztalatok és a csapatpróbázó állomány javaslatai alapján a puska kezelőfelületei (a váltámasz, az alsó fogantyú, a cső és a hátsó láb csőve is) diófa borítást kaptak a jobb megfogás érdekében. A csapatpróba során a sorakatonák (MH Hunyadi János gl. dd., Rétság) is leküzdötték 1200 m távolságból az állóalak-méretű célt (8. sz. célalak), valamint egy lövő az 1000 m távolságban keresztbe állított T-54-es harckocsi lövegcsövét és parancsnoki figyelőprizmáit is eltalálta. Ekkor került sor (ugyanazon a harckocsin és lőtávolságon) a hazai fejlesztésű reaktív páncéltégla viselkedésének a vizsgálatára is, amelyet a lövő első lövésére eltalált. A szerkezetben alkalmazott robbanóanyagot a B32 lövedék orrába szerelt gyújtóanyag robbanás nélkül felgyújtotta, a reaktív téglá egyszerűen kiégett, azaz védelmi képessége megszűnt. A tanulságok levonása a HTI műszaki osztályára maradt.

A rövidített csapatpróba eredményességét, valamint a fejlesztésben addig részt vevő szolgálatiág-vezetők és a csapatok javaslatait figyelembe véve az MH vezérkari főnöke, Deák János vezérezredes, az 1991. november 7-i Rendszeresítési Bizottsági (RB) ülésen – a szavazati joggal részt vevő bizottsági tagok ellenvéleménye nélkül – rendszeresítette a *Gepárd M1 nagyhatású távcsöves puskát* az MH fegyverzeti rendszerébe. Ennek a teljesen pontatlan megnevezésnek az volt az oka, hogy akkor éppen az MH hadrendjében nem volt mesterlövész besorolás (sem ilyen rendeltetésű fegyver) rendszeresítve, és ennek okán ezen az ülésen nem született döntés az ellátás rendjéről sem (hova és hány példány kerüljön a fegyverből).

Később épp ez a helyzet vezetett el – hajsza! híján – a Gepárd M1 átírányításához a szűrkezőnába, azaz az elfeledtetésre. Kis híján sikerült is, de az élet mégis ment tovább, bár akkor még megrendelés nélkül.

* Nyugállományú ezredes (PhD); Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola, óraadó tanár. ORCID: 0000-0002-0513-8493

¹¹¹ A bevizsgált fegyverek gyári új jellegű állapotába való visszaállítása (apróbb sérülések kijavítása, teljes újrafestés stb.) bevett, sőt előírt kötelezettsége volt a gyártónak a rendszeresítési eljárás megkezdése előtt.

1992. november 2-án jóváhagyták a Gepárd M1 puska sorozatgyártási dokumentációját, ám még abban az évben beütött egy szinte megoldhatatlannak látszó probléma: Fellegi István (egy családi tragédia miatt) egyszerűen alkalmatlanná vált a további haditechnikai termékek megfelelő minőségű gyártására, és a FETE Kft. hirtelen megszűnt. Addigra viszont – a Gepárd akkorra már igazán jó médiahírnevének köszönhetően¹¹² – Fellegi úr gyorsan talált az 1991-ben alapított Landimex Kft. (Budapest) „személyében”¹¹³ olyan vállalkozást, amely hajlandónak mutatkozott a sorozatgyártás megindításának finanszírozására. Fővállalkozásukkal sikerült kivitelezőnek megnyerniük a mátészalkai MOM Vízmeréstechnikai Rt. (a továbbiakban MOM) céget, amely mind a finommechanikai gyártásban való jártasságával, mind a kiemelkedő minőségellenőrzési képességével teljesen megfelelt a célaknak. Ugyanakkor Fellegi István felajánlotta a gyártást a Nyírbátori Építő Szolgáltató Kft.-nek is (a továbbiakban Bátor Kft.), és átadott egy példányt a jóváhagyott „sordok”-ból¹¹⁴ próbagyártásra. A Bátor Kft. háttérgyártó bázisa a Csepel Művek nyírbátori fűrógépgyár-gyáregysége volt (a továbbiakban CSM), amelynek műszaki felszereltsége szintén teljes mértékben megfelelt a fegyvergyártás szigorú követelményeinek mind gyártási képesség, mind minőségbiztosítási képesség tekintetében. Hirtelen két gyártó is került, amely végül is egészséges versengést generált, legalább is az első időszakban. A MOM, a HTI előírásai szerint 3 db új gyártású „0”-sorozati fegyverrel (gyári szám: A2001–A2003¹¹⁵) 1992. február 4–12. között sikertelen vizsgálatot hajtott végre, mert a kötelező, 3 darabos kiszabattól két fegyvernél is végzetes (alkatrész-töréssel járó) meghibásodás következett be, emiatt a „0”-sorozat vizsgál-



83. ÁBRA. A Gepárd M1 különböző festésű változatai: a) az első kísérleti rejtőszín egy M1A1-változaton; b) egy kevésbé csillogó foltos változatú M1; c) a végső változatú rejtőszín

lata *nem megfelelő* értékeléssel zárult. Ez azt jelentette, hogy a vizsgálatot dupla kiszabattal (most már 6 db fegyverrel)¹¹⁶ kellett megismételniük. A MOM 1993. május hónapban sikerrel zárta az újabb 3 példánnyal (A2004–A2006) a „0”-sorozat 3×5000 lövéses vizsgálatát. Ennek köszönhetően a MOM megszerezte a Gepárd M1 sorozatgyártásának jogát az 5303-1 rajzszámú *Rajzdokumentáció* és a [19] szigorú előírásai mellett is.

Eközben a Bátor Kft., a Csepel Művek (CSM) gyáregységére támaszkodva szintén lehetőséget kapott egy példány elkészítésére a megszerzett *sordok* felhasználásával. Ez a példány – „0”-sorozatiként – természetesen saját, B1004¹¹⁷ gyártási számmal jelent meg a színen. A kész példányt a kft. azonnal vizsgálatra ajánlotta fel, ami nagy bátorságra vallott, mert egy sikertelen eredmény után semmiféle esélye sem lett volna a továbblépésre a Gepárd M1 puska sorozatgyártására.

Köszönhetően azonban a CSM magas műszaki-gyártási kvalitásainak, a vizsgált példány sikeresen átment az ellenőrző vizsgálatokon, ezzel a Bátor Kft. is a Gepárd M1 puska jogosult gyártójává válhatott. Ebből következően a kft. nyolcdarabos sorozatot gyártott le (B3000–B3007). Az MH Fegyverzettechnikai Szolgálatfőnökség (MH FvTSzF-ség) azonban nem tartotta meggyőzőnek a vizsgálat eredményét csupán egy fegyver alapján, ezért a céget ismételt vizsgálatra kötelezte egy másik fegyverrel is. A kft. az újabb vizsgálatot is sikerrel teljesítette, szintén 5000 lövéssel (a B3003 gyári számú fegyverrel). A nyolcdarabos sorozatból az MH FvTSzF-ség a két 5000 lövéssel terhelt fegyvert kiemelte, és a maradék hatot az MH hadihajós dandár állománya számára vásárolta meg, az AN könnyű aknászszázadok fedélzetére (pl. sodoraknak elleni harcra), a DSK géppuska helyére. Mindeközben a szolgálatfőnökség (nem kizárható,

¹¹² A Magyar Honvéd magazin (1990. évi 30. száma), a Haditechnika folyóirat (1990. évi 2. száma) és az 1990. novemberi Jane's Defence Weekly 48. száma is cikket közölt a fegyverről.

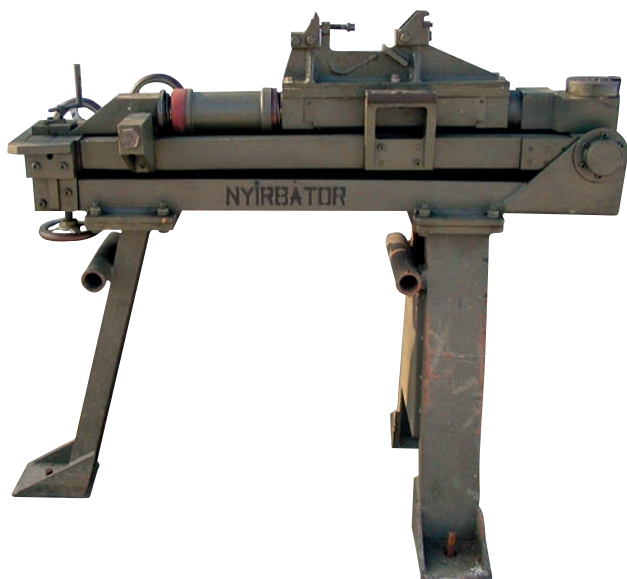
¹¹³ Ma már nem létezik (sajnos) a vállalkozás. A Cégjegyzék szerinti „felszámolás alatt” adat 2017-ből származik, de addigra már nem ők, hanem a SERO Kft. vitte (el) ezt a munkát (de a GM1-ét már nem).

¹¹⁴ A *Sorozatgyártási dokumentáció* elfogadott rövidítése. Fellegi István a jogosan birtokolt saját példányát adta át a kft.-nek, de a HTI engedélye nélkül (viszont akkor már nem volt más választása).

¹¹⁵ Az eredeti FETE sorszámozási rendszert megtartva, de az új gyártó miatt a 2001-es sorszámmal kezdve.

¹¹⁶ A vizsgálaton megbukott példányokat a megfelelőek műszaki szintjére visszajavították.

¹¹⁷ A mátészalkai számozási rendszert átvéve, a kezdőbetűt B-re változtatták (a Nyírbátor névre utalva).



84. ÁBRA.
A nyírbátori Gepárd M1
belövőállványa

hogy a gyártók közötti egyensúlyra törekedve) a Landimex Kft. közreműködésével 12 db sorozatgyártott példányt rendelt meg a mátészalkai MOM cégtől (A2007–A2018), amelyeket később a hódmezővásárhelyi Bercsényi gépesített lövészdzandárnak adtak át (1993. szeptember 15-én). A kijelölt állomány tagjai már október 14-én, az első lövészetükön kivétel nélkül kiváló eredményt értek el.¹¹⁸

A sorozatgyártás mindkét gyártónál beindult, és a fegyverek átvételét a KÜM¹¹⁹ minden esetben a gyártónál hajtotta végre. A csapatokhoz csak a jóváhagyott fegyverek kerülhet-

tek ki. Ugyanakkor kisebb vihart kavart annak az eldöntése, hogy ezek a fegyverek milyen festést kapjanak. Nyírbátor ragaszkodott (volna) ahhoz, hogy – a vadászfegyverek eleganciájához mérhetően – barnítva és feketére lakkozva készüljenek, ami egy ilyen méretű és speciális rendeltetésű puská esetében a minősített öngyilkossággal ért volna fel, a csillogása következtében. Szóba került a teljes fémfelület terepszínűre festése is (a foltok kialakítása első menetben majdnem egy munkanapot vett igénybe), de az eredmény még meglehetősen kétes volt, mert a csillogó felületek valódi rejtésre nem igazán voltak alkalmasak (83.a ábra). A MOM még nem foglalt állást a kérdésben.

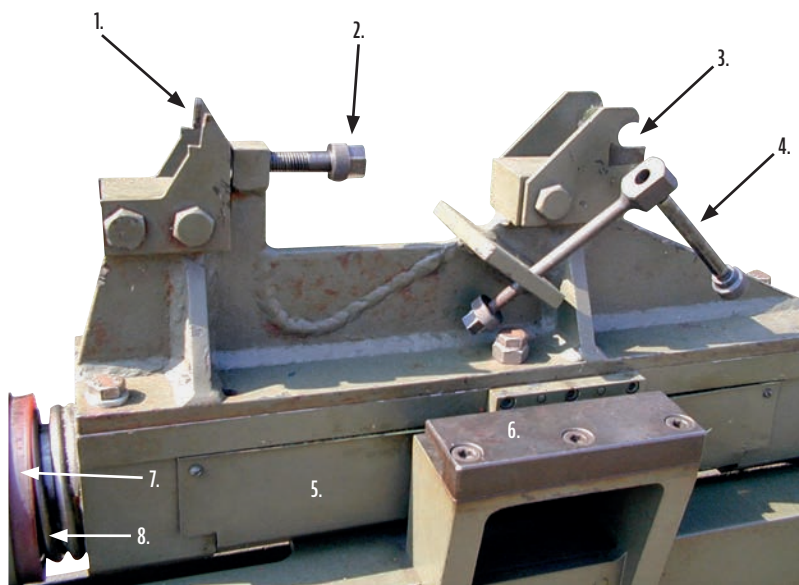
A szerzőnek sikerült meggyőznie a gyártókat és saját előjáróit, hogy az alkalmazott festékanyagok használatuk fel a haditechnikai eszközök (főleg a lövegek, harcjárművek stb.) felületén alkalmazott hazai festékanyagot, amely a BUDALAKK által kizárólag a honvédségnek gyártott IR630 jelű matt zöld festék volt, és maximálisan megfelelt a hazai katonai felhasználási követelményeknek. Ezt a festéket kissé sötétített foltokban is felhordva a puskára sokkal jobb volt az összbélyomás (83.b ábra), de a kivitelezés még bonyolultabbá vált.

Végül közmegegyezésre az egyszínű matt zöld festés mellett döntöttek a felek. (83.c ábra)

A FEGYVERÁLLVÁNYOK A GEPÁRD M1 MESTERLÖVÉSZPUSKÁKHOZ

A sorozatgyártású példányok belövése és az előző (IX.) részben említett kis lőtábla elkészítése érdekében már nem lehetett Táborfalván, fekvő testhelyzetből belőni a gyári végellenőrzésből átkerült fegyvereket. Itt már nem jöhetett szóba az esetlegesen a lövő képességeiből eredő hibák. Először, Szép Ferenc kérésére, a nyírbátori fegyverek számára tervezett a szerző belövőpadot (84. ábra), amelyre a pusztát úgy lehetett felfogni, mint egy PKMSz állványra, a villaállvány gyűrűjének alsó nyúlványára és a hátsó PKM adapterén keresztül (85. ábra 1–4). A lövésből származó hátrahatás mérséklésére és a stabil szórás kép érdekében a felfogófej csúszkára volt szerelve, poliuretán rugógyűrűs ütközőkkel (85. ábra 5–8). A szerkezet magassági- és oldalszögben való beállítását a pad elején kialakított, a két fő szerkezeti gerendát összekötő, egymás tengelyvonalát metsző, csapágyszögű függőleges és vízszintes tengelyeken át (86. ábra 4–5) sikerült geometriailag összekötni és pozícionálni a két támasztófülön keresztül (86. ábra 6) a pad alapgerendájával (87. ábra 15). Az állvány felfogócsúszkáját hordozó oldalszög-beállító gerenda (86. ábra 1–2, és 5) oldalirányban – a kézikereken keresztül, laposmenetes csavarorsóval – volt mozgatható (87. ábra 10) egy erős rugó ellentartása mellett (a meneten ébredő játék kiküszöbölésére), amelyet egy köszörült felületű és palástú nyomóhüvelyen keresztül szorított bal irányba (87. ábra 13–14). A beállított értéket rögzítését az oldalszög-gerenda nyúlványának végén és egy köszörült részfelületen egymással érintkező csúszkában, satuszorító kézikarral lehetett végrehajtani (87. ábra 11–12). Az ol-

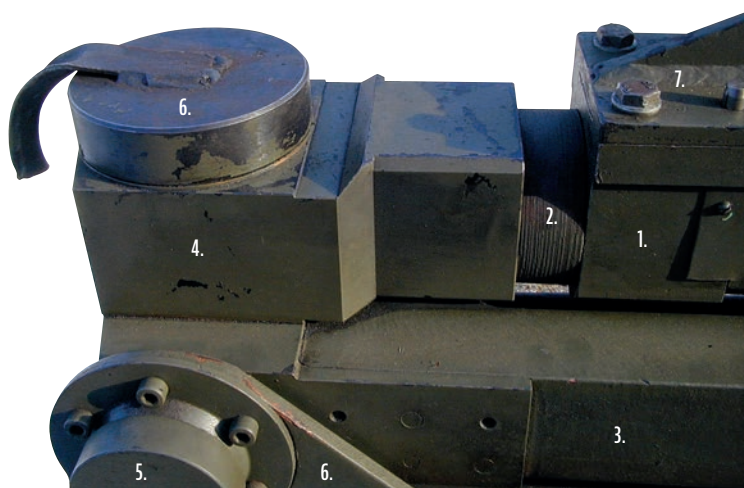
85. ÁBRA. A nyírbátori állvány oldalnézetben, a puská befogófeje:
1. a PKMSz-adapter befogófélszeke,
2. az adapterkampó beszorítócsavarja,
3. a villaállványnak a PKMSz-hez illesztett nyúlványfélszeke,
4. a nyúlvány beszorító-kengyele (nyitva),
5. a belövőpad csúszkás gerendája,
6. a csúszka oldal-támasztó segédcúszkája,
7. a hátrasiklás vég-ütköző poliuretán rugója,
8. a csúszka helyretoló rugója



¹¹⁸ Természetesen, mert már előzőleg a táborfalvai állomány alaposan kiképezte őket a különféle közös lövészgátlatok, bemutatók során.

¹¹⁹ A honvédség önálló szervezete, a Katonai Üzemi Megbízottak (egy időben a HTI alá rendelve). A gyártókhöz kirendelve, esetleg azok telephelyére kitelepítve végezte a TU szerinti gyártásközi és végátvételi feladatokat, általában a gyártó cég saját minőségellenőrzési részlegével (MEO) szorosan együttműködve.

86.



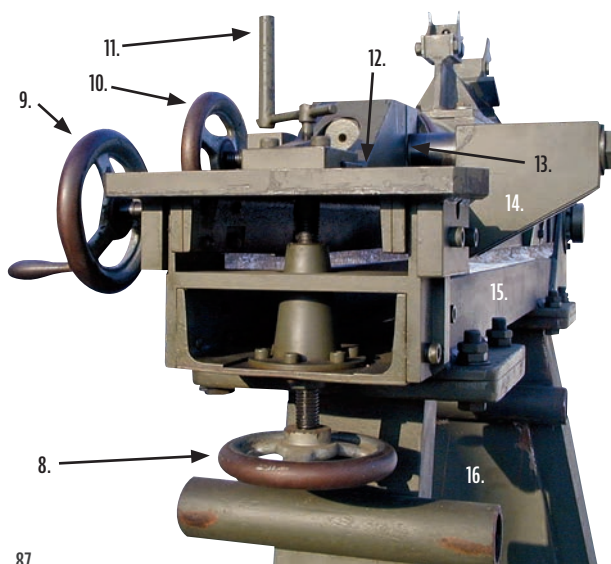
dalszög-beállító gerendát hordozó magasságiszög-beállító gerenda (86. ábra 1, 3) mozgását szintén kézikérekkel hajtott laposmenetes csavarorsóval lehetett elvégezni (87. és 88. ábra 8). A laposmenetek a kisebb illesztési játék miatt voltak szükségesek. Itt már ellentartó rugó sem kellett, mert a két gerendarendszer összes tömege (a fegyverrel együtt) kellően stabil leszorítást biztosított. A fel-le mozgás az alapperendára szerelt és illesztett csúszkák között történt, szintén köszörült felületek között. A beállított magassági szögérték rögzítését egy fogantyúval is hajtható kézikerek csavarorsója végezte el (87. és 88. ábra 11), e felületek egymáshoz szorításával.

A MOM szintén igényt tartott egy saját belövőpadra, amelyet a nyírbátorihoz képest megerősített kivitelben (a csúszkát 2 hengeres gerendára szerelve) kellett kialakítani a 14,5 mm-es Gepárd puskák vizsgálatához. Az oldal- és magassági állításhoz klasszikus kardánkeresztes kapcsolat készült, az ívben történő függőleges és vízszintes mozgathatóság biztosítása érdekében a két gerenda hátsó összefogó elemének végén köszörült-illesztett gömbfejet alakítottak ki, (90. ábra 5), amely a csavarorsók (90. ábra 1–2) mozgatta befogófej belső köszörült-illesztett palástjában tudott elmozdulni (ezt az állványt szintén a szerző tervezte).

Az MH Műszaki Szolgáltatfőnökség kérésére a kiutalt Gepárd M1 pus-

káknak az AN típusú naszádok fedélzetén történő alkalmazhatósága érdekében a szerző hajóállványt tervezett, amelyre a Gepárd M1 puskát a PKMSz állványhoz kapcsolódást biztosító elemeivel volt felszerelhető. Az állvány helyszögben $-15^\circ - +80^\circ$, oldalszögben $n \times 360^\circ$ elmozdulást tett lehetővé, oldalirányban és magasságban egyaránt bármely helyzetében rögzíthető volt (89.b ábra). A Könnyű Terepjáró Jármű (KTJ) „Szöcske” HTI fejlesztési témához kapcsolódva a szerző az AN tartóállványt áttervezte a Gepárd M1 szállítására, a „Szöcske” borulókeretének tetejére helyezve (a hajóállvány-oszlop magassági méretének csökkentésével (89.b ábra).

Az új állvány alkalmazásával a Gepárd fegyverek¹²⁰ minden olyan állványra felszerelhetők, amelyek a 12,7 mm-es DSK nehéz géppuska légvédelmi állványaként szolgálnak, és rendelkeznek a jellegzetes kapcsolótányérral. A szerző továbbá tervezett egy tartóvillát is a parancsnoki ülés vagy a borulókeret bármely pontjára történő kapcsoláshoz (91. ábra), a mellő villa szakállának U alakú húzórugós csappal történő összekapcsolásához (ezért a villa alkalmas volt a PKM géppuska felkapcsolásához is, mert azon nincs átmenő furat a géppuskatest állványhoz kapcsolódó csapjain). A csapatpróba során az MH 88. GYRZ felszerelte ezt a villát az UAZ 469B terepjáróira a parancsnoki ülés előtti kapaszkodóra, bár



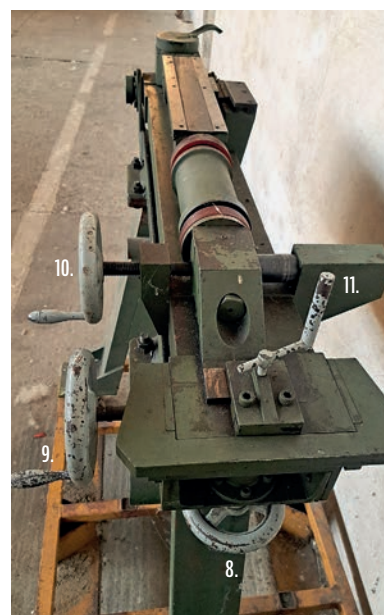
87.

86. ÁBRA. A pad magasság- és oldalszög-beállító elemei: a pad mellső szerkezeti részei:

1. a csúszkatest,
2. a poliuretán mellső ütköző,
3. a magassági irányzógerenda,
4. az oldalirányzó gerenda (fejében a függőleges tengely),
5. a vízszintes tengely fedele (alatta a csapággal),
6. a gerendarendszert támasztó fülek,
7. a csúszkatest eleje a felfogócsavarokkal (összesen 6 db)

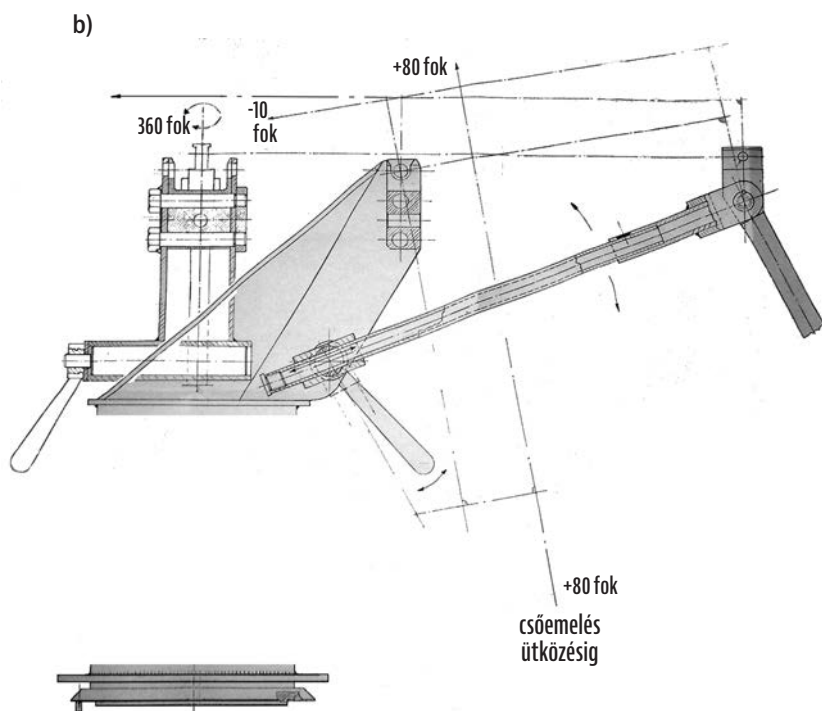
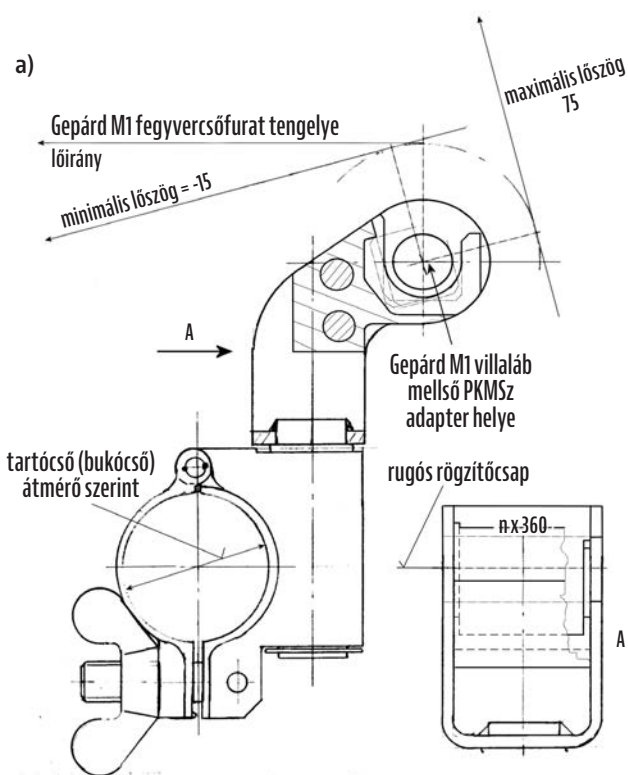
87. ÁBRA. A magassági és oldalirányzó-szerkezet:

8. a magassági irányzóemelő és a kézikerek,
9. a magassági beállítás rögzítőkeréke,
10. az oldalszögirányzó és kézikereke,
11. az oldalszög-beállítás rögzítő satufogantyú,
12. az oldalirányzó gerenda lapos vége a leszorító satuban,
13. az oldalszögbeállítás ellentartó rugója a nyomóhüvellyel és a 14. házzal,
15. a pad alapperendája a 6. támasztófülekkel,
16. a pad szögvasváz tartószerkezete a ráhegesztett emelőrúd-befogadó csövekkel, a kézi mozgathoz



88. ÁBRA. A pad kezelőszerveinek hátnézete

¹²⁰ Az M2-, M2A1-, M3- és M5-változatok egyaránt.



89. ÁBRA. Járőr-állvány-rajzok: a) csőbilincs csővázashoz (például KTJ „Szöcske”, UAZ 469B stb.); b) az AN típusú aknásznázókra, a 12,7 mm-es DSK nehéz géppuska háromlábú állványának fejére

csak a PKM géppuska használatának biztosítására.

A kivitelezést a Bátor Kft. hajtotta végre, majd részt vett a beszállításban és a kiképzésben is. Végül, évekkel később, Szép József (a szerzővel egyeztetve) olyan külső elhelyezésű forgóállványt tervezett a BTR-80 / BTR-80A járművekre a tetőbúvónyílásokhoz, amely lehetővé tette a Gepárd M1 mesterlövész- és az M2, M2A1, M3 rombolófegyverek használatát, részben a harcjármű páncélvédelmében (90. ábra), széles oldal- és szűkebb magassági szögben. Az állvány kifejlesztésére a Bercsényi gl. dd. kifejezett igénye alapján került sor, azt a MOM készítette el.

A szerző új, legalább 1–1,5 kg-mal könnyebb könnyűfém-csővázashoz is tervezett, szintén könnyített kapcsolófejjel, a szállítási terhelés csökkentése érdekében, de az egy darab mintapéldány legyártása után az MH nem tartott rá igényt. Túl magasnak tartották a speciális ötvöztetésű alumíniumcsövek és alkatrészek beszerzési és megmunkálási árát az elérhető „kényelemfokozás” vonatkozásában. Ez a szerkezet is eltűnt tisztázhatatlanul az idők során.

(A tanulmányban szereplő ábrák alapját képező fényképeket és montázsokat – a külön jelölt kivétellel – a szerző készítette a fejlesztés során, azok a saját archívumából származnak)

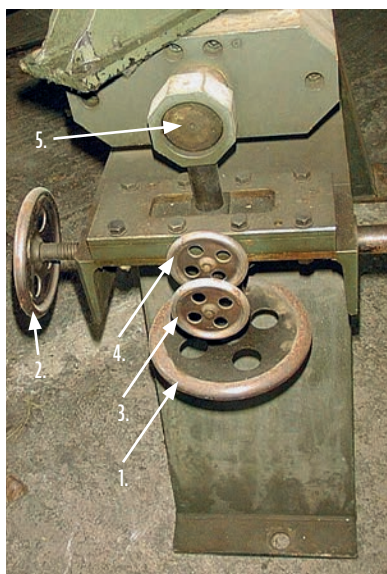
(Folytatjuk)

HIVATKOZÁSOK

[19] HTI TU 3104 Gyártási és átvételi utasítás a 12,7 mm-es Gepárd M1(A1) mesterlövész puská gyártására és átvételére, 1992. MH HTI.

91. ÁBRA. Egy BTR-80A harcjármű tetőbúvónyílásához, a kapaszkodócsőre szerelt állvány

90. ÁBRA. A MOM-pad irányzórendszerének kezelőelemei. 1. a magassági irányítás kézikereke, 2. az oldalirányítás kézikereke, 3. a magassági irányítás rögzítő kereke, 4. az oldalirányítás kézikereke, 5. a kardántengely befeszülését megakadályozó gömbvégű csap



VOZSECH ISTVÁN*

HEVEDERLÉPTETŐ KÉNYSZERPÁLYÁK



Összefoglalás: A tanulmány egy egyszerű, egy darab lengőkarral rendelkező hevederléptető mechanizmus kényszerpályájának kinematikai leírásával foglalkozik. A szerző bemutatja egy adott gyorsulásfüggvénnyel és geometriai kezdeti-, illetve végértékkel meghatározott kényszerpálya előállítását, számítási összefüggéseit. Első lépésben a számításokat analitikus úton tárgyalja és állítja elő a megoldásokat, közvetlen CAD-es 3D-s modellezésre is felhasználható formában. A szerző a műszaki problémát egy látszólag más módszerrel is megoldja, amely a gépészeti gyakorlatban régebben gyakran alkalmazott eljárás alapul. A nem inerciarendszerekben értelmezett d’Alambert-féle járulékos erők alkalmazásával felírt mozgásegyenletek megoldásával is előállítja a mechanizmus kényszerpályáját. Megmutatja a két módszerrel előállított pályaalak azonosságát, ezzel adva a leendő tervezők kezébe egy tisztán analitikus és egy numerikus megoldási módszert.

Kulcsszavak: hevederléptető mechanizmus, kinematikai kényszerpálya, optimalizált kényszerpálya, büttykös mechanizmus, automata fegyver

Abstract: This paper deals with the kinematic description of the cam profile of a simple single-piece rocker arm belt drive mechanism. The author presents the generation and the computational relations of a cam profile defined by a given acceleration function and a given initial and final geometric value. In a first step, the calculations are discussed analytically and solutions are produced in a form that can be used for direct CAD 3D modelling. The author also solves the engineering problem by an apparently different method, based on a procedure that has been used preferentially in mechanical engineering practice in the past. He also produces the cam profile of the mechanism by solving the equations of motion written using d’Alambert’s constraint forces interpreted in non-inertial systems. The identity of the cam profile generated by the two methods is shown, thus providing prospective designers with a purely analytical and a numerical solution method.

Keywords: belt traction mechanism, kinematics of cam profile, optimized cam profile, cam mechanism, automatic weapon

BEVEZETÉS

A sorozatlövő fegyverek töltényeinek elhelyezésére több megoldás létezik, de két, döntően más megközelítésű műszaki megoldás terjedt el. Az egyik a löszerek társzerkezetbe való helyezése, a másik a löszerek

1. ÁBRA. Az RPD golyószóró – oktatási célból – preparált léptetőszerkezetének alulnézeti képe (A szerző felvétele)

hevederezése. Míg az első esetben a löszereket szinte minden esetben megfeszített rugó tolja adogatási pozícióba, ezért a befogadható löszermennyiség elméletileg is korlátos, addig a hevederezett löszerek darabszáma korlátlan lehet, ha a heveder szabad hosszát maximalizálni tudjuk¹. A hevederezett löszerek alkalmazása a kifejezetten sorozatlövésre tervezett fegyverekre jellemző: a gépágyúkra, géppuskákra, automata gránátvetőkre és ritkábban a golyószórókra. A hevederezett löszerek alkalmazásának azonban van egy nem elhanyagolható hátránya: befogadásukra és léptetésükre külön mechanizmust kell a fegyverhez hozzárendelni, tervezni. Ezek a mechanizmusok jellemzően kétféle elven működhetnek. Az egyik, a mára már lényegében elfeledett máltai keresztmechanizmus², a másik a lineáris mozgással vezérelt egy- vagy többcsuklós mechanizmusok, amelyek jelenleg szinte egyeduralgok.

A többcsuklós mechanizmusok meglehetősen bonyolult kinematikájuk ellenére régóta alkalmazott megoldások. Előnyük, hogy a pálya elfordulása mellett (részben helyett), annak lineáris eltolásával biztosítják a mechanizmus emelését, mintegy alkalmassá téve ezzel a mechanizmust tisztán lineáris mozgások megvalósítására. Az 1., a 2. és a 3. ábra az RPD golyószóró mechanizmusát szemlélteti, a végállásokban.

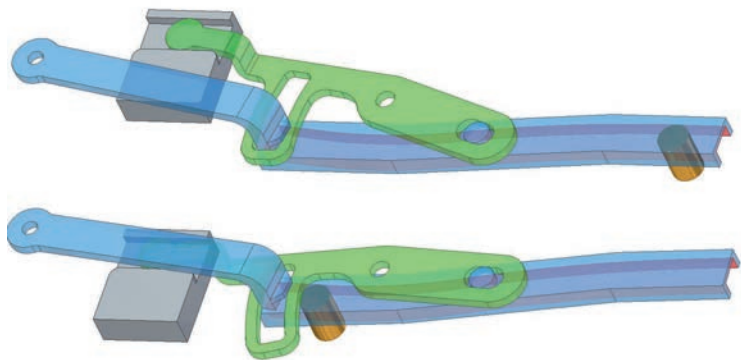
Látható, hogy az RPD golyószóró mechanizmusa kettő darab lengőkarral rendelkezik, amely kinematikai leírása összetett, ezért rövid vizsgálatunkat egy egy lengőkaros műszaki megoldásra korlátozzuk – annak egyszerűsége miatt –, de ebből általános következtetéseket tudunk levonni, amelyből már könnyedén levezethetünk bármely speciálisabb, összetettebb konstrukciót is.

A mechanizmus mechanikai terhelését vizsgálva megállapíthatjuk, hogy azt a heveder behúzása közben éri a legnagyobb terhelés, így annak a vezérlőpályáját is. Feladatunk tehát, hogy a heveder behúzásánál meghatározzuk a hevederkocsi (a továbbiakban: csúszka) kívánt mozgásjellemzőit, ennek birtokában pedig megadjuk a kényszerkapcsolatban álló lengőkar mozgását. A lengőkar mozgásfüggvényeinek ismeretében kiszámítjuk a látszólagos pályagörbét, amely a lengőkaron mint valódi pálya jelentkezik.

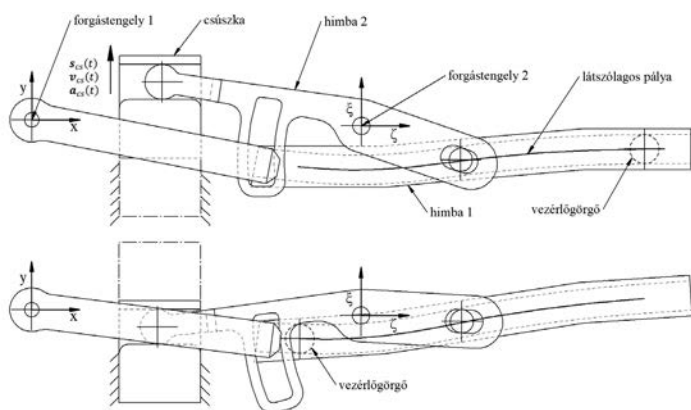
* Okl. gépészmérnök. ORCID: 0000-0001-9818-7755

¹ A szabad hossz alatt értendő az a fegyverből le/kilógó hevederhossz, amely súlyerejénél fogva közvetlenül terheli az adogató mechanizmust, valamint amelyet a léptetés során közvetlenül kell gyorsítani, ui. a rakaszba behajtogatott hevederrészek az adogatási folyamat során nyugalomban maradnak.

² Az utolsó máltai keresztmechanizmust alkalmazó fegyverek a DSK géppuskák korai változatai voltak. A nagy helyigényű máltai keresztmechanizmus az acélelemekből készült hevederlemek elterjedésével szorult háttérbe, ui. ezeket a láncokat már lehetett körmökkel továbbítani, a gyöngyváson jellegű szövethederekkel ellentétben. Előnye a mechanizmusnak, hogy nem tartalmaz lengő tömegeket, ezért a kifejezetten nagy tűzűtemű, Gatling-rendszerű, külső meghajtású fegyvereknél továbbra is egyeduralgódó, mivel itt a nagyobb geometriai méretek másodlagos jelentőségűek.



2. ÁBRA. Az RPD golyószóró léptetőmechanizmusa axonometrikus nézetben (A szerző szerkesztése)



3. ÁBRA. Az RPD golyószóró léptetőmechanizmusa vetületi nézetben (A szerző szerkesztése)

FELADATOK

1. a csúszka adott gyorsulás célfüggvényéből és a geometriai kezdeti- és végértékekből meg kell határozunk a csúszka mozgásfüggvényeit;
2. a csúszka mozgásfüggvényeiből előállítjuk a lengőkar mozgásfüggvényeit, a mechanizmus geometriai összefüggéseinek segítségével;
3. analitikus és egy érdekesebb numerikus módszerrel kiszámítjuk a látszólagos pályagörbét;
4. CAD³ rendszerben elkészítjük a vezérpályát.

FELHASZNÁLT SZAKIRODALOM

Munkánk során több meghatározó forrás anyagát tanulmányoztuk. Johannes Volmer [1] a gépiparban régebben meghatározó szerepet betöltött bütykös mechanizmusokról írt összefoglaló alapművében a kényszerpályák kinematikai és dinamikai vizsgálatainak, a mozgások elemzésének és a gépelemek geometriai tervezésének a részletes kifejtését találjuk. Külön fejezetben tárgyalja az itt is meghatározó, ún. mozgásfeladatokat, ezért műszaki problémánk megoldására ennek a műben ajánlott módszertant használjuk.

Újabb és részletesebb szakirodalom Harold A. Rothbart [2], Cam⁴ Design Handbook című könyve, amely a mai kor szakirodalmá, annak matematikai formalizmusa mellett. Részletesen tárgyalja a különböző kényszerkapcsolatok mechanikai viszonyait, kitérve az alap- és a módosított pályaalakokra, ismertetve azok tulajdonságait, alkalmazási területeit. Útmutatást ad a jelenlegi technikai színvonalon elvárható tervezési módszerekről, a pályaoptimalizációs eljárásokról.

A léptetőmechanizmusok konstrukciós megoldásait részletesen tárgyaló alapmű [3] George M. Chinn ötkötetes összefoglalója. A kiadvány a múlt század '50-es éveik megvalósított géppuskák és gépgyűk konstrukciós kialakításáról ad alapos ismertetést.

Fontos megemlíteni Peter Dannecker művét [4] a lőfegyverek zárolási mechanizmusáról, amelynek sematikus ábráit tanulmányozva nagy segítségünkre volt a saját ábrák elkészítésében.

A feladat egyenletrendszereinek megoldásait, ábráinak elkészítését a Maple szimbolikus matematikai editorral végeztük, amely programozáshoz André Heck művét [8] hívtuk segítségül.

A MŰSZAKI PROBLÉMA

Az adogatási folyamat részeként a hevederezett lőszer soron következő tagját adogatási pozícióba kell mozdítani, általában a csőtengely alá valamivel több, mint egy hevederosztást⁵ mozgatva a szabad hevederszakaszt. A mozgatás során a szabad hevederhossz⁶ és az esetleges gátlások⁷ függvényében jelentős terhelések lépnek/léphetnek fel. A pozícióba mozgatáshoz először fel kell gyorsítani a csúszkát (és vele együtt a szabad hevederszakaszt), majd a mozgást vissza kell fékezni mindaddig, amíg a soron következő töltény adogatási pozícióba nem kerül. Könnyen belátható, hogy az adogatószerkezet léptetőmechanizmusa a gyorsítási szakaszban kapja a legnagyobb terhelést, mivel ekkor a szabad hevederszakaszt is gyorsítani kell, elmentetben a lassítással. Lassításkor ugyanis a szabad hevederszakasz (mint lánclemek sokasága) nem tud erőt kifejtetni a léptetőmechanizmusra.

Célszerű a mozgástartományokat nem egyenlő arányban felvenni, de ez (lásd részletesebben a [6] hivatkozásban) nemcsak a számításainkat, hanem a léptetőkar CAD tervezését is jelentősen megnehezíti. Mivel első lépésben a megfelelő célfüggvény meghatározásával kell kezdenünk, ezért fontos eldönteni, hogy szimmetrikus avagy aszimmetrikus jellegű kocsimozgást szeretnénk-e. A továbbiakban egy aszimmetrikus jellegű, de analitikusan kétszer integrálható gyorsulásfüggvénnyel rendelkező mechanizmus számításait mutatjuk be példaként.

MODELLÁLLÍTÁS

Kinematikai rendszerünkre az alábbi megszorításokat tesszük:

- a zárkeret vezetőcsapjának mozgása a csúszka mozgására merőleges;
- a zárkeret vezetőcsapja egyenes vonalú és egyenletes mozgást végez;
- a 3 dimenziós álló és a szintén 3 dimenziós forgó, Descartes-féle, jobbsodrású koordináta-rendszert a lengőkar forgástengelyén rögzítjük közös origóval. A koordináta-rendszer x tengelye a vezetőcsap előremozgásával azonos irányú és értelmű, z tengelye pedig a lengőkar forgástengelyével azonos és a lengőkar szögsebességvektorával egyező értelmű (lásd: 4.a, 4.b ábrák).

³ Computer Aided Design: számítógéppel támogatott tervezés.

⁴ Cam: itt „bütykös mechanizmus”. Nem azonos a „számítógéppel támogatott gyártás” rövidítésének elterjedt CAM betűszóval.

⁵ Az elméleti hevederosztás mindig kisebb, mint a valóság, ui. a lánc tagok hézaggal kapcsolódnak, amelyek a húzás alatt álló hevederen növelik az osztás értékét.

⁶ A szabad hevederhossz – rakaszól történő tüzelés esetén – az adogatási pozícióban lévő, ill. a rakaszban már függesztett töltény közötti heveder-ív hossz. Ez normál esetben pár tíz centiméter. De amennyiben a felhasználó úgy mond „rambózik”, azaz álló helyzetben tartja a fegyvert és földig lelógó hevederrel tüzel, akkor ez a hossz kb. 2 méter. Ha emellett még tüzel is, akkor ez akár tízszeres túlterhelést is jelenthet, amit érdemes figyelembe venni.

⁷ A heveder mozgatása gátolt, ha a szabad hevederszakasz valamely része valamilyen objektív okból megakad.

A CSÚSZKA GYORSULÁSFÜGGVÉNYÉNEK ELŐÁLLÍTÁSA

Ahhoz, hogy a csúszka lágy indítását és megállítását biztosítani tudjuk, a következő elvárásokat kell megfogalmaznunk a csúszka kulisz-szájában lévő mozgatócsapra:

1. a mozgatócsap mozgása során az érintkező felületeken se ütősszerű, se lökésszerű terhelés ne keletkezzen;
2. a csúszka gyorsulása egyetlen függvénnyel leírható legyen;
3. a csúszka gyorsítása és lassítása közötti váltás – a bejárat útra vonatkoztatva – általános, de az általunk megadott pozícióban legyen.

Az első kikötés teljesülésének szükséges feltétele, hogy a csúszka gyorsulásfüggvényének teljes mozgástartományon vett integrálja zérus:

$$\int_{t_1}^{t_2} a_{cs}(t) dt = 0, \quad (1)$$

vagy másképpen:

$$\int_{t_1}^{t_z} a_{cs}(t) dt = - \int_{t_z}^{t_2} a_{cs}(t) dt, \quad (2)$$

ahol t_z a gyorsulásfüggvény második zérushelyéhez tartozó időpillanatot, így t_1 és t_z között a mozgás gyorsuló, t_z és t_2 között pedig lassuló.

További szükséges feltételek a gyorsulásfüggvény tartományon belüli korlátossága és folytonossága, amelyeket a 2. kikötésünknek megfelelő analitikus célfüggvények kiválasztásánál kell szem előtt tartanunk.

Ahhoz, hogy a zérus kezdeti és végértékek, a gyorsítás és a lassítás közötti átmenet helye, valamint az elemi függvény feltételek egyszerre teljesüljenek, egy legalább negyedrendű polinom már megfelelő választás. A legalább negyedrendű polinom azért szükséges, mert az általunk megfogalmazott megkötések pontosan négy darab, egymástól független matematikai egyenlettel írhatók le⁸. Ezeknek az egyenleteknek akkor létezhet pontosan egy megoldása, ha a polinomiális célfüggvénynek pontosan négy szabadságfoka van. Az így megvalósuló mozgások azonban nem minden esetben elégítik ki az itt meg nem fogalmazott monotonitási kritériumokat, így nagy zéruspont-eltolású pályák esetén a pályaalak elfajulhat (lásd 6. ábra). Mivel a polinomok véges tartományokon mindig korlátosak és folytonosak, valamint analitikusan tetszőlegesen sokszor integrálhatók, ezért a geometriai kötöttségek ismeretében a csúszka másik két mozgásfüggvénye is mindig előállítható.

Legyen most a paraméteres gyorsulásfüggvényünk egy hatodrendű polinom, amelynek lassító szakasza a teljes mozgástartomány egy általános pontjánál (a mintapéldában 67%-ánál) kezdődik. Ennek paraméteres egyenlete:

$$a_{cs}(t) = a_0 + a_1 \cdot t + a_2 \cdot t^2 + a_3 \cdot t^3 + a_4 \cdot t^4 + a_5 \cdot t^5 + a_6 \cdot t^6. \quad (3)$$

Belátható, hogy a koordinátarendszer jelenlegi megválasztása mellett az a_0 paraméter értéke zérus, mivel a gyorsulásfüggvényünk csak ebben az esetben adhat a mozgás kezdetén zérus értéket.

A sebesség- és az útfüggvény definíció szerint:

$$v_{cs}(t) = \int a_{cs}(t) dt + C_v, \quad (4)$$

$$s_{cs}(t) = \int v_{cs}(t) dt + C_y, \quad (5)$$

ahol C_v és C_y a kezdeti-, illetve végértékekből meghatározandó konstansok. Mivel a sebességfüggvénytől elvárjuk, hogy a mozgás kezdetén zérus legyen, valamint az útfüggvénytől, hogy a mozgás y_{cs1} -ből induljon, így megállapíthatjuk, hogy $C_v = 0$ és $C_y = y_{cs1}$.

Az ismeretlen 6 darab paraméter meghatározásához hat független egyenletet kell találnunk. A gyorsulásra fel tudunk írni kettőt, a sebességre és az útra egyet-egyet. A fennmaradó két egyenlethez meg kell adnunk az útfüggvény rántásának⁹ egyenletét, amely a gyorsulás idő szerinti deriváltfüggvénye:

$$j_{cs}(t) = \frac{d}{dt} a_{cs}(t). \quad (6)$$

A pálya rántásának pillanatnyi értéke a gyorsulásfüggvény meredekségét adja. Ennek a kezdő- és a végpontokra megadott értékeivel írjuk fel a fennmaradó két egyenletet.

A kezdeti és végértékegyenletek a pálya rántására:

$$j_{cs}(t_1) = j_1, \quad (7)$$

$$j_{cs}(t_2) = j_2, \quad (8)$$

ahol j_1 és j_2 értékek általunk – önkényesen, de egyben észszerűen – meghatározott mennyiségek, amelyek megfelelő megválasztásával a polinom számunkra érdektelen gyökei a vizsgált tartományon kívül tarthatók, elkerülendő a 6. ábra szerinti elfajuló mozgásfüggvények kialakulását.

A gyorsulás a pálya zérus- és végpontjában is nulla:

$$a_{cs}(t_1) = 0, \quad (9)$$

$$a_{cs}(t_2) = 0. \quad (10)$$

A sebesség a pálya végpontjában nulla, az útfüggvény a kezdőpontban y_{cs1} értékét veszi fel:

$$v_{cs}(t_2) = 0, \quad (11)$$

$$s_{cs}(t_1) = y_{cs1}. \quad (12)$$

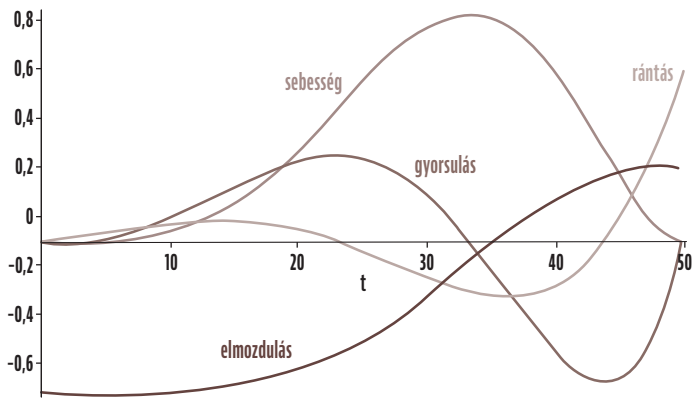
A hat egyenlet megoldásával a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 és a_6 értéke ismertté válik, így a feltételeket kielégítő útfüggvény – $s_{cs}(t)$ – megadható. A nyolcadrendű útfüggvény rántásának – $j_{cs}(t)$ –, gyorsulásának – $a_{cs}(t)$ –, sebességének – $v_{cs}(t)$ – és elmozdulásának – $s_{cs}(t)$ – egységre normált közös diagramját az 5. ábra mutatja.

A FORGÓ 123 KOORDINÁTARENDSZER FÜGGVÉNYEINEK ELŐÁLLÍTÁSA

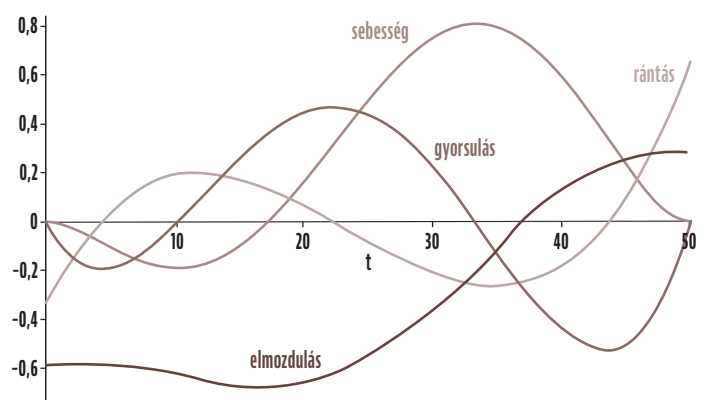
A következő feladatunk, hogy az $s_{cs}(t)$ és a geometriai elrendezés ismeretében a forgó 123 rendszert leíró szög-, szögsebesség- és szöggyorsulásfüggvényeket meghatározzuk.

⁸ A négy egyenletből kettő, a két darab nem nulla értékű gyökre felírt egyenlet, egy a sebesség végértékére felírt egyenlet, valamint a negyedik a mozgás végállapotára felírt elmozdulás egyenlete.

⁹ A rántásfüggvény az útfüggvény harmadik idő szerinti deriváltja, amelyet az angolszász terminológia „jerk”, a német „Shock” néven illet.



5. ÁBRA. Nyolcadrendű polinomiális útfüggvény, annak sebessége, gyorsulása és rántása, 67%-os zéruspont elhelyezkedés esetén (A szerző szerkesztése)



6. ÁBRA. Elfajult hatodrendű polinomiális útfüggvény, annak sebessége, gyorsulása és rántása, 67%-os zéruspont elhelyezkedés esetén (A szerző szerkesztése)

hez viszont szükségesek a szögelfordulás-függvény első és második deriváltjai.

Nézzük az analitikus módszert, de ne feledjük, hogy a (14) $\varphi(t)$ függvény előállításához is kétszeres integrálás után jutottunk el, ezért az itt következők csak akkor relevánsak, ha $s_{cs}(t)$ analitikusan előállítható.

Tartozzon a csúszka mozgatásának kezdő időpillanatához (t_1) egy φ_1 hosszúságú és φ_1 szöggel jellemzett helyvektor. Képezzük most a $\psi(t)$ szögfüggvényt, amely a valódi pályapont t szerinti aktuális értékéhez rendel egy z körüli forgatási szöget. Ez a szög nem más, mint az xyz álló és az 123 forgó koordináta-rendszer által bezárt szög. Mivel a látszólagos és a valódi pálya t_1 -ben vett pontjai (így a két koordináta-rendszer is) azonosak, ezért a forgató szögfüggvényre kapjuk, hogy:

$$\psi(t) = \varphi(t) - \varphi_1, \quad (17)$$

ahol:

$$\varphi_1 = \varphi(t_1). \quad (18)$$

Tudjuk, hogy a vezetőcsap a valódi pályát járja be, és egységnyi zársebességet feltételezve a pillanatnyi helyzetét megadó helyvektorra írhatjuk, hogy:

$$\mathbf{q}_v(t) = \begin{bmatrix} x_{v1} + t \\ y_v \\ 0 \end{bmatrix}. \quad (19)$$

Feladatunk innen annyi, hogy a $\mathbf{q}_v(t)$ vektort a $\psi(t)$ függvénnyel meghatározottan elforgassuk. Ennek a forgatásnak az eredményeképpen megkapjuk a látszólagos pályát leíró $\mathbf{q}_{v123}(t)$ vektort, amivel a feladatunk számítási részével el is készültünk.

A forgatást a z tengely körül végezzük, ekkor a forgató mátrix:

$$\mathbf{F}_z(t) = \begin{bmatrix} \cos \psi(t) & -\sin \psi(t) & 0 \\ \sin \psi(t) & \cos \psi(t) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad (20)$$

Ezzel pedig a látszólagos pálya $\mathbf{q}_{v123}(t)$ helyvektora:

$$\begin{aligned} \mathbf{q}_{v123}(t) &= \mathbf{F}_z(t) \cdot \mathbf{q}_v(t) = \\ &= \begin{bmatrix} \cos \psi(t) (x_{v1} + t) - \sin \psi(t) y_v \\ \sin \psi(t) (x_{v1} + t) + \cos \psi(t) y_v \\ 0 \end{bmatrix}. \end{aligned} \quad (21)$$

Látható, hogy ha $\psi(t)$ függvényt kifejtjük, akkor meglehetősen bonyolult összefüggést kapunk, de a kapott eredményeket a CAD rendszerek közvetlenül kezelni képesek, ezért innentől könnyű az alkatrész megtervezése. (A kapott síkgörbe CAD reprezentációjának részletes bemutatásáról a [7] tanulmányban olvashatunk.)

Egy CAD rendszerben elkészített, de erősen leegyszerűsített mechanizmus végállapotát szemlélteti a 7. axonometrikus ábra. A méretezésből látható, hogy a vezetőcsap a mozgás végpillanatában is 20 mm-re van az álló xyz rendszer x tengelyétől. A választott elrendezés mellett a vezetőcsap 40 mm-t mozdul el, illetve a vezérpálya a csúszkát y irányban 15 mm-t emeli.

NUMERIKUS MEGOLDÁS D'ALAMBERT-FÉLE GYORSULÁSOKKAL

Látható, hogy $s_{cs}(t)$ ismeretében $\psi(t)$ egyszerű geometriai összefüggésekkel mindig megadható. Megadható analitikusan, ha $s_{cs}(t)$ analitikus, és előállítható numerikusan, ha $s_{cs}(t)$ pontpárosokkal adott. Tehát $s_{cs}(t)$ valamilyen ismeretében a látszólagos pálya mindig előállítható, mert a geometriai összefüggések mindig leírhatók.

Ennek ellenére érdemes egy másik módszert is bevonni vizsgálódásainkba, mert ballisztikai alkalmazása mellett gépészeti alkalmazása is számottevő. A módszer lényege, hogy felírjuk a mozgásokat a nem inerciarendszer 123 koordináta-rendszerben, az álló xyz rendszerben észlelt valódi erők vagy gyorsulások felhasználásával.

Amennyiben az álló rendszert ⁽¹⁾, a forgót ⁽²⁾ felső indexszel különböztetjük meg, úgy a két vonatkoztatási rendszer közötti összefüggést a következő írja le:

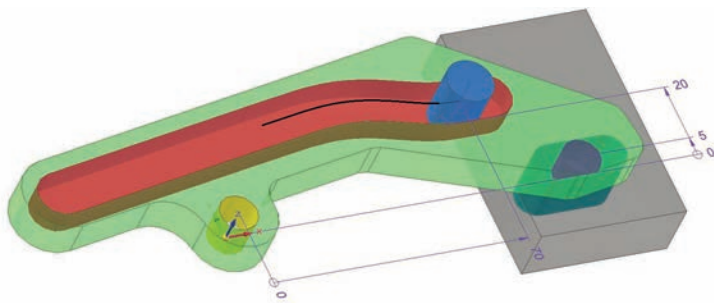
$$\mathbf{a}_{rel}^{(2)} = \mathbf{a}_{akt}^{(1)} + \mathbf{a}_{száll}^{(2)} + \mathbf{a}_{Cor}^{(2)}, \quad (22)$$

ahol:

$\mathbf{a}_{rel}^{(2)}$ a 2-es rendszerben észlelt látszólagos (relatív) eredő gyorsulás, amely a test látszólagos pályagörbéjét és látszólagos sebességét adja úgy, mintha a mozgás inerciarendszerben történt volna,
 $\mathbf{a}_{akt}^{(1)}$ az inerciarendszerben észlelt valódi eredő gyorsulás,
 $\mathbf{a}_{száll}^{(2)}$ a 2-es rendszer első járulékos gyorsulása, a pályapont szállító-gyorsulása,
 $\mathbf{a}_{Cor}^{(2)}$ a 2-es rendszer második járulékos fiktív gyorsulása a Coriolis-gyorsulás.

Célunk a mozgás leírása a kettes rendszerben, azaz $\mathbf{a}_{rel}^{(2)}$ meghatározása, majd ezzel a vezetőcsap (mint szabad test) látszólagos mozgásának leírása.

A szállító komponenst felbontva írhatjuk, hogy:



7. ÁBRA. A léptetőszerkezet axonometrikus nézete a léptetés végén
(A szerző szerkesztése)

$$\mathbf{a}_{száll}^{(2)} = \mathbf{a}_{tran}^{(2-1)} + \mathbf{a}_{Eul}^{(2)} + \mathbf{a}_{centr}^{(2)} \quad (23)$$

ahol:

$\mathbf{a}_{tran}^{(2-1)}$ a 2-es rendszer translációs gyorsulása az 1-eshez képest,

$\mathbf{a}_{centr}^{(2)}$ a 2-es rendszer centrifugális gyorsulása,

$\mathbf{a}_{Eul}^{(2)}$ a 2-es rendszer Euler-féle gyorsulása,

Mivel a lengőkaros mechanizmusnál az origó közös, így a translációs komponens zérus, ezért a szállító gyorsulás a következőre egyszerűsödik:

$$\mathbf{a}_{száll}^{(2)} = \mathbf{a}_{Eul}^{(2)} + \mathbf{a}_{centr}^{(2)} = \boldsymbol{\beta} \times \mathbf{r}^{(2)} - \boldsymbol{\omega} \times (\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{r}^{(2)}), \quad (24)$$

ahol:

$\boldsymbol{\omega}$ a 2-es rendszer szögsebesség vektora,

$\boldsymbol{\beta}$ a 2-es rendszer szöggyorsulás vektora.

Ez a mi feladatunknál egy vektorfüggvény, amelynek minden komponensét korábban meghatároztuk. Most már felső indexelések nélkül:

$$\mathbf{a}(t)_{száll} = \boldsymbol{\beta}(t) \times \mathbf{q}_v(t) - \boldsymbol{\omega}(t) \times (\boldsymbol{\omega}(t) \times \mathbf{q}_v(t)). \quad (25)$$

A második járulékos gyorsuláskomponens a Coriolis-gyorsulás, amely általánosan:

$$\mathbf{a}_{Cor}^{(2)} = 2 \cdot \mathbf{v}^{(2)} \times \boldsymbol{\omega}, \quad (26)$$

és esetünkben:

$$\mathbf{a}_{Cor}(t) = 2 \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \times \boldsymbol{\omega}(t), \quad (27)$$

mivel most is egységnyi zársebességet rendeltünk a rendszerhez.

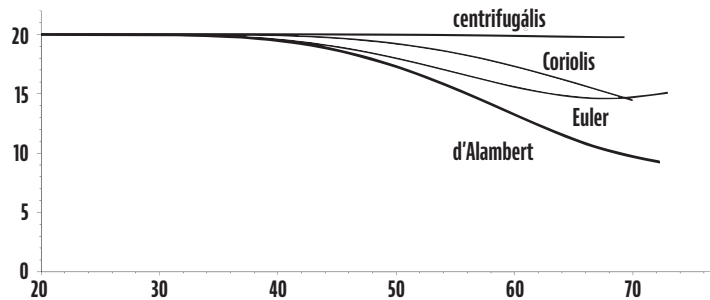
A d'Alambert-féle járulékos gyorsulásvektor tehát:

$$\mathbf{a}_{d'Alamb}^{(2)}(t) = \mathbf{a}(t)_{száll} + \mathbf{a}_{Cor}(t), \quad (28)$$

ezzel a mozgásegyenleteink x és y irányban, külső erő nem lévén:

$$\frac{d^2}{dt^2} x_{123}(t) = \mathbf{a}_{d'Alamb}(t)[1], \quad (29)$$

$$\frac{d^2}{dt^2} y_{123}(t) = \mathbf{a}_{d'Alamb}(t)[2], \quad (30)$$



8. ÁBRA. A d'Alambert-gyorsulásokkal számított pálya és ez egyes komponenseivel kialakuló pályaalakok (A szerző szerkesztése)

ahol:

$\mathbf{a}_{d'Alamb}^{(2)}(t)[1]$ a d'Alambert-féle járulékos gyorsulásvektor x irányú skalárösszetevője,

$\mathbf{a}_{d'Alamb}^{(2)}(t)[2]$ a d'Alambert-féle járulékos gyorsulásvektor y irányú skalárösszetevője.

A fenti differenciálegyenlet-rendszert numerikusan megoldva kapjuk meg a látszólagos pálya x-y pontpárosait. A centrifugális, az Euler-féle és a Coriolis-féle gyorsulások egyedi hatását, valamint összegződésüket – amely (a numerikus hibáktól eltekintve) azonos pályaalakot szolgáltat az analitikusan kiszámítottal¹⁰ – a 8. ábra illusztrálja.

ÖSSZEGZÉS

Belátható, hogy egy géppuska üzemserű működése esetén is jelentős terhelés éri a léptető mechanizmusát a viszonylagosan nagy zársebesség miatt. Azonkívül, a mozgatáshoz szükséges erő jelentősen megnövekedhet a heveder nem előírászerű elrendezése, valamint (a nem rendeltetészerű használatból adódóan) a heveder szabad hosszának túlzott értéke miatt. Egy fegyver tervezési szakaszában ezeket a szempontokat a konstruktőrnek szem előtt kell tartania, még akkor is, ha a terhelés pontos értékeit megmondani nem tudja. Nem tudja, mert az alkalmazó „találékonyágának” nincsenek korlátjai, hangozzék is ez bármilyen furcsán¹¹. Amit viszont a tervező tehet és tennie is kell, az az, hogy meghatározza a terhelési szempontok szerint optimalizált pályaalakokat, elősegítve ezzel a fegyver megbízható és hibamentes működését. ■

HIVATKOZÁSOK

- [1] Prof. Dr.-Ing. habil. Volmer, Johannes. Büttykös mechanizmusok, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1980;
- [2] Rothbart, Harold A. CAM Design Handbook, 1st Edition, 2004, The McGraw-Hill Companies, Inc.;
- [3] Chinn, George M. The machine gun. Vol. 1–5, Government Printing Office, U. S. Washington, D.C., 1951;
- [4] Dannecker, Peter. Verschlussysteme von Feuerwaffen, Journal-Verlag Schwend GmbH, Schwäbisch Hall, 1992;
- [5] Vozsech István. „A Föld forgásának hatása a lövedékmozgásra.” Haditechnika, 2022/3., pp. 15–20. <https://doi.org/10.23713/HT.56.3.03>;
- [6] Vozsech István. „Forgózárak kényszerpályái I.” Haditechnika, 2024/4., pp. 12–18. <https://doi.org/10.23713/HT.58.4.03>;
- [7] Vozsech István. „Forgózárak kényszerpályái II.” Haditechnika, 2024/5., pp. 13–16. <https://doi.org/10.23713/HT.58.5.03>;
- [8] Heck, André. Bevezetés a Maple használatába, JGYF Kiadó, 1999.

¹⁰ Az analitikus és a numerikus megoldás grafikonjai vonalvastagságon belül fedik egymást, ezért közös diagramban történő ábrázolásuktól eltekintünk.

¹¹ A felhasználók „újításaira” szép számmal találhatunk videó- és fotófelvételeket az orosz–ukrán háborúból. Gondoljunk az RPG–7 gránátvetőből indított gyalogsági ásókra vagy a szintén ebből a vetőből löhető PG–7VR gránát „hatásfokozásaként” kézigránátokkal összebarkácsolt „karácsonyfákra”.



KOVÁCS ZOLTÁN*

AZ M1150 PÁNCÉLOZOTT ÁTJÁRÓNYÍTÓ JÁRMŰ

BEVEZETÉS

Az ukrán fegyveres erők (Збройні сили України) tüzér-, légvédelmi rakéta- és műszaki csapatainak 2023. november 3-i közös fegyvernemi napján a tábori körülmények között megrendezett ünnepségen Volodimir Olekszandrovics Zelenszkij államelnök elismeré-

seket adott át katonáinak. Az elnök internetes honlapján megjelent tudósítást illusztráló felvételeken a háttérben felsorakozott haditechnikai eszközök között két darab M1150 típusú, amerikai gyártmányú páncélozott átjárónyitó eszköz is látható, amelyeket nem a megszokott, az USA haderejé-

ben alkalmazott homokszínű árnyalatra festettek, hanem az ukrán hadsereg sötétzöld festését kapták. [1]

Hivatalos bejelentés nem történt az ilyen eszközök ukrán beszerzéséről, ezért arra következtethetünk, hogy az átjárónyítók nagy valószínűséggel a 2023. október közepén átadott 31 darab amerikai M1A2 Abrams típusú harckocsikkal érkeztek az országba.

Az Orosz Föderáció műszaki csapatai több helyen is hatalmas kiterjedésű és mélységű, többségében vegyes aknamezőket tartalmazó kombinált műszakizár-rendszereket hoztak létre a harcok során, amelyeken az átjárónyítás jelentős kihívás elé állítja az ukrán műszaki csapatokat. Ebben a nehéz feladatban rendkívül hasznos segítség lehet számukra néhány M1150 páncélozott átjárónyító jármű.

AZ ALAPGÉP

Az M1150 páncélozott átjárónyító jármű (Assault Breacher Vehicle – ABV) az Amerikai Egyesült Államok hadseregében alapharckocsinak számító M1 Abrams alvázára épült. Elődeit, az M60 harckocsialvázra épített M728 típusú harctámogató műszaki gépet az 1990-es évek második felében, míg a már szintén M1 Abrams alvázra épített, távirányítással is működtethető M1 Panther II típusú, aknataposó hengerekkel felszerelt műszaki átjárónyító gépet a 2000-es évek végén vonták ki az ameri-

1. ÁBRA. M1150 páncélozott átjárónyító jármű (ABV)
(Forrás: Alamy)

Összefoglalás: A robbanó és nem robbanó műszaki záron történő dinamikus átjárónyítás a harctevékenységek műszaki támogatásának igen fontos része. A műszaki csapatok kézi erővel, speciálisan felszerelt gépekkel vagy különböző robbanótöltetek robbantásával hajtják végre ezt a feladatot. Az amerikai M1150 típusú átjárónyító jármű kombinált módon is képes az említett feladatra: felszerelése közé tartoznak a speciális robbanótöltetek és a jármű teljes szélességében mentesítő aknakifordító eke, valamint a harckocsi-tolólap.

Kulcsszavak: átjárónyítás, akna, aknamező, műszaki gép

Abstract: The rapid breaching through explosive and non-explosive barriers is a very important part of the engineer support of combat activities. The engineer troops perform this task by hand-tools, with specially equipped machines or by detonating various explosive charges. The American M1150 Assault Breacher Vehicle is capable of a combined breaching solution: its equipment includes special explosive charges and a full-width mine clearing plough or a combat dozer blade to destroy mines in the entire width of the vehicle.

Keywords: breaching, landmine, minefield, engineer machine

* PhD, egyetemi docens, NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Műveleti Támogató Tanszék. ORCID: 0000-0001-9098-1997



1. TÁBLÁZAT. Az alapgép M1A2 Abrams harckocsi fontosabb technikai adatai (A szerző szerkesztése [2] alapján)

Technikai adatok	Érték/Típus	Technikai adatok	Értékek
Hosszúság (lövegcsővel) [mm]	9830	Max. sebesség közúton [km/h]	67
Szélesség [mm]	3658	Max. sebesség terepen [km/h]	48
Magasság [mm]	2375	Sebesség 10%-os emelkedőn [km/h]	27
Hasmagasság [mm]	483	Sebesség 60%-os emelkedőn [km/h]	7
Tömeg [kg]	69 540	Gyorsulás 30 km/h-ra [s]	7
Talajnyomás [kg/cm ²]	1,08	Árokáthidaló képesség [m]	2,75
Erőforrás	Honeywell AGT-1500 gázturbina	Lépcsómászó képesség [m]	1,07
Teljesítmény [kW] (LE)	1119 (1500)	Gázlóképesség [m]	1,25
Hajtóanyag (benzin, gázolaj)	JP-8 kerozin	Kezelőállomány [fő]	4
Sebességváltó	Allison X1100-3B hidrokinetikus automata	Teljesítmény/tömeg [kW/t] (LE/t)	16,1

kai hadrendből. (Ez utóbbi eszköz-
ből összesen 6 darabot gyártottak.)
A kivont M728-as helyére az 1990-es
évek végére megépítettek egy Ab-
rams alvázú, multifunkciós (átjáró-
nyitás, földmunkavégzés, ömlesztet-
anyag-rakodás, darus teheremelés
stb.) páncélozott harctámogató mű-
szaki gépet, amely – az amerikai óri-
ás testű barnamedvéről – a „Grizzly”
nevet kapta. A hatalmas költségek
és az eszköz bonyolultsága, nehéz
karbantarthatósága és üzemelteté-
se miatt a projekt leállításáról szü-
letett döntés, a programot 2001-ben
törölték, mindössze egyetlen proto-
típuseszköz készült el.

Az Amerikai Egyesült Államok Ten-
gerészgyalogsága (United States Ma-
rine Corps – USMC) azonban úgy
döntött, hogy folytatja a nehéz páncé-
lozott harctámogató műszaki esz-
köz fejlesztését és finanszírozza is
annak költségeit. Így 2002 és 2006 kö-
zött hat prototípus és gyártás előtti
modell készült el tesztelési célból.
A technikai fejlesztéseket 2008-ban
fejezték be, majd a következő évben
Afganisztánban az eszközt már éles

harc körülmények között (2009. de-
cember 3. Now Zad erőd, Helmand
tartomány) is kipróbálták. Az afga-
nisztáni, majd néhány dél-koreai be-
vetés kedvező tapasztalataira alapoz-
va az M1150 ABV 2010-ben hivatalosan
is hadrendbe állt.

Az M1150 ABV alapját adó M1A2
Abrams harckocsi 1992-től szolgál
az amerikai haderőben, 120 mm-
es ágyúval (amely a 105 mm-es
M1A1-eseket váltotta fel), valamint
a homlokpáncélon és a torony elül-
ső részén szegényített uránhálóval
megerősített kompozit páncélzat-
tal rendelkezik. Az eszköz számára
nagyfokú mobilitást nyújt a Honey-
well AGT-1500 gázturbinás erőfor-
rás, amely 1500 LE-t képes leadni,
és 67 km/h végsebességet biztosít
a harckocsinak. A turbina üzemanya-
ga lehet JP-8-as vagy JP-4-es kero-
zin, gázolaj, illetve benzin, ez utób-
bival azonban csak korlátozottan
(legfeljebb 20 percig) üzemeltethe-
tő. (1. táblázat) Bár a gázturbina harc-
i körülmények között is megbízható-
nak bizonyult, néha komoly logisz-
tikai problémákat okozhat a magas

üzemanyag-fogyasztása. A harcko-
csi hangszíne/hangereje egészen sa-
játos; a turbina – összehasonlítva
más, hasonló teljesítményű dízelmo-
torokkal – halknak számít. Hátránya
lehet azonban, hogy a kiáramló gá-
zok nagy sebessége és igen magas
hőmérséklete például a támadóharc
során megnehezítheti a gyalogság
számára, hogy fedezékként használ-
ja a járművet.

A láncaltalpas járószerkezet oldalan-
ként hét darab duplakerekes gumife-
lületű könnyűfémöntvény futógör-
gőből, elől egy láncfeszítő kerékből,
hátról a meghajtó csillagkerékből áll,
amelyek körül gumibetétes acél lánc-
talp található. A nagy sebességű hala-
dást a 2. és a 6. lengőkar fölött elhe-
lyezkedő két támasztógörgő is segíti,
amelyeket teljesen eltakar a rétegelt
oldalkötényezés. A lengőkarok moz-
gását oldalanként több, olaj-levegős
rendszerű hidropneumatikus lengés-
csillapító szabályozza. A hét Z-tengely
torziós rugókra szerelt, azokat a har-
kocsitest haspáncélja fölé építették
be, az oldalpáncél-haspáncél csomó-
pontokba bekötve.

2. TÁBLÁZAT. A Browning M2 géppuska főbb adatai
(A szerző szerkesztése [6] alapján)

Technikai adatok	Értékek
Űrméret [mm] (kaliber)	12,7 (.50 Cal)
Hosszúság [mm]	1654
Csőhosszúság [mm]	1143
Tömeg [kg]	38
Tűzgyorsaság [lövés/perc]	450–600
Lövedék kezdősebessége [m/s]	890
Maximális lőtávolság [m]	7400
Hatékony lőtávolság [m]	1800
Lőszerméret [mm]	12,7 × 99
Lőszermennyiség [db]	1200



2. ÁBRA. Meghajtóegység cseréje terepen, egy darus jármű segítségével [4]



3. ÁBRA. Robbanó reaktív páncélzat az M1150 jármű (balra) felépítményén (Forrás: Alamy)

Ha a harckocsi aknára fut, a terepen a futómű ideiglenesen módosítható: amennyiben az 1–2. lengőkar és a futógörgő használhatatlanná válik, a 3. lengőkar – előrenyúló állapotba viszszaszerelve – válik a legelső futógörgővé, valamint a láncfeszítő szerepét is átveszi. (Ilyen esetben az útjába kerülő sérült 2. lengőkart és a felette lévő végszabályzót teljesen le kell szerelni). A támasztógörgők közül ekkor csak a hátsó funkcionál, de a harckocsi az átépítést követően is mozgásképes marad.

A közel 70 tonna tömegű harckocsi légi úton is szállítható C–5 Galaxy és C–17 Globemaster III. típusú teher szállító repülőgépekkel, az előbbi kettő, míg az utóbbi csak egy darab harc kész harckocsit képes szállítani.

AZ M1150 JELLEMZŐI, ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI

Az M1150 ABV (1. ábra) alaprendel tése a saját csapatok mozgás- és ma nővertámogatási feladatain belül el sősorban átjárók nyitása a különböző robbanó és nem robbanó műszaki zára kon. Emellett tolólappal felsze relve alkalmas lehet az improvizált (nem hagyományos) robbanóeszkö zök (Improvised Explosive Device – IED) eltávolítására [3], földmunkák végrehajtására, oszloputak építésére, bombatölcsérek betemetésére és más tereprende zési feladatokra. Az akna mezőkön, torlaszokon és földműzára kon nyitott, aknáktól és egyéb robba nőszerkezetektől mentesített és a két szélén megjelölt átjárókon a saját ha ditech nikai eszközök biztonságosan áthaladhatnak.

Az eszköz alapjául szolgáló, a Ge neral-Dynamics által épített harc jár műtestet átalakították. A fejleszté

si költségek csökkentése érdekében a harc járműtesten felül számos más Abrams-alkatrészt is változtatás nélkül átvettek, mint például a tel jes erőforrás- és felfüggesztésrend szert (3. táblázat). Ennek köszön he tően a 2023. novemberig elkészített 239 darab átjárónyitó eszköz gyártási költsége egy járműre vetítve 3,7 mil lió USD volt.

Az erőforrás (Honeywell gázturbi na) és az erőátviteli rendszer egy kö zös blokkban, meghajtóegységben helyezkedik el, amely egyben kiemel hető (2. ábra) és kicserélhető. Mű hely körülmények között mindez igen rövid idő alatt (20–30 perc) elvégez hető, de a csere akár a terepen, tábo ri körülmények között is lehetséges, megfelelő daruszerkezettel rendel ke ző másik munkagép segítségével. Idő szük sége te így 30–60 perc.

Az eszköz – a felfüggesztésnek és a járó szerkezetnek köszönhetően – kiváló manőverező és terepjáró ké pességgel rendelkezik, amivel képes leküzdeni:

- 1 méternél magasabb függőleges te replépcsőt;
- 2,7 méter széles árkot;
- 1,25 méter mély gázlót,
- akár 3 méter mélységű vízi akadályt a járműtest bal hátulsó részén a két légbewezető csővel és középen há tul a vastagabb kipufogócsővel fel szerelve.

A harckocsitorony helyére egy pán célozott felépítményt alakítottak ki, amelynek első része hasonló ala kú, mint az Abrams harckocsitorony homlokzata. Robbanó reaktív páncél zat (Explosive Reactive Armour – ERA) borítja [5], amely összesen 53 darab téglatestből áll. (3. ábra) Ez az eszköz

3. TÁBLÁZAT. Az M1150 ABV főbb technikai adatai (A szerző szerkesztése [5] alapján)

Technikai adatok	Értékek	Technikai adatok	Értékek
Hosszúság (munkaszervek nélkül) [mm]	7 910	Sebességfokozatok	4 előre, 2 hátra
Szélesség [mm]	3 658	Max. sebesség közúton [km/h]	67 (65 km/h-ra leszabályozva)
Magasság [mm]	2 880	Kezelőállomány [fő]	2
Tömeg [kg]	58 967	Teljesítmény/tömeg [kW/t] (LE/t)	17,2 (23,07)
Erőforrás	Honeywell AGT–1500 gázturbina	Legyártott mennyiség (2023. novemberig) [db]	239
Teljesítmény [kW] (LE)	1119 (1500)	Fegyverzet	Browning M2HB 12,7 mm (.50 Cal) géppuska
Hajtóanyag (benzin, gázolaj)	JP–8 kerozin	Ekvivalens páncélvastagság (járműtest/torony első része) [mm]	600 (APFSDS lőszer ellen) 900 (HEAT ellen) + 53 db ERA téglá
Sebességváltó	Allison DDA X1100–3B hidro kinetikus automata	Műszaki felszerelések	– szalagtöltetkészlet (LDCS) – aknakifordító eke (FWMP) – harckocsi-tolólapp (CDB) – átjárójelölő készlet (LMS)



4. ÁBRA. A kijelzőn munkavégzés közben látott kamerakép [6]

5. ÁBRA. A rakétához acélsodronnyal hozzákapcsolt szalagtöltet az indításra történő szerelése előtt [9]

védelmet nyújt a magas hatóerejű robbanóanyagokkal és a kumulatív töltetekkel szemben.

A felépítmény oldalsó részein a pótláncszemek, futógörgők, vontatókötelek és egyéb felszerelések számára kialakított tárolók helyezkednek el, míg a tetejére egy távirányítású fegyverállvány került, amelyen egy 12,7 mm űrméretű Browning M2 géppuska (2. táblázat) található, 1200 darabos lőszerjavadalmazással.

A fegyvertartó állvány elektromotorjával vízszintesen és függőlegesen is lehet mozgatni a géppuskát, ezért a célok leküzdése a küzdőtér elhagyása nélkül végrehajtható. A célfelderítést és a munkavégzést (4. ábra) bármely látási és időjárási viszonyok között a körkörös megfigyelőrend-



szer (Integrated Vision System – IVS) segíti.

A Leonardo DRS Land Electronics vállalat által gyártott IVS rendszer a következő részekből (7. ábra) tevődik össze:

- 1 db 3 érzékelős GS207 kamerablokk (lézeres távolságmérő, IC2 éjjellátó, infravörös kamera);
- 1 db érzékelőrendszer (járművezető);
- 2 db infravörös érzékelő: 1–1 elöl és hátul (járművezető);
- 5 db optikai kamera (elöl, oldalt, hátul elosztva);
- 1 db vezérlőpult (parancsnok);
- 1 db kijelző (parancsnok).

Az optikai felderítés elleni védelmet a jármű bal és jobb elülső részén elhelyezett 8–8 darab ködgránátvető és kétféle álcaminta segíti: egy sivatagi

és egy barna–fekete–zöld háromszínű mintázat.

Az M1150 jármű rendelkezik a korszerű DUKE elektronikus zavarórendszerrel (Electronic Countermeasure System – ECMS), amellyel megakadályozható a rádióvezérléssel indítható improvizált robbanóeszközök (IED) elműködtetése. Az afganisztáni éles harci bevetések során ezt a zavarót szinte minden esetben működtették, az alkalmazását a felépítményen látható hosszú antennák jelzik.

A járművet mindössze két személy kezeli, a parancsnok és a járművezető. Az utóbbi pozíciója az Abrams-re jellemzően a harcjárműtest elején, közepén van, míg a parancsnok helye a felépítmény elején, közepén, egy páncélozott figyelőkupola alatt található.

AZ M1150 MŰSZAKI FELSZERELÉSEI

Az M1150 ABV legsajátosabb, az eszköznek egyedi képességeket biztosító műszaki felszerelését, a szalagtöltetkészletet az amerikai Indianapolisban található AECOM vállalat gyártja. A további kiegészítők, az aknamentesítő eke, a harckocsi-tolólap és az átjárójelölő készlet a Nagy-Britanniában található Newcastle-upon-Tyne-i székhelyű Pearson Engineering cégnél készülnek. Ezek mindegyike cserélhető és az adott feladattól függően gyorsan felszerelhető vagy eltávolítható. Az eke és a tolólap a küzdőtér elhagyása nélküli rövid idő alatt történő cseréjét a járműtest elejére felszerelt speciális gyorscsatlakozó szerkezet (High Lift Adapter – HLA) teszi lehetővé. (6. ábra)

A járművezető által kezelt gyorscsatlakozó felső részének kereszttengegyén helyezkednek el a munkaszervörögzési pontok és a kioldócsapok,



6. ÁBRA. HLA gyorscsatlakozóval felszerelt M1150 eszközök (Forrás: Alamy)

4. TÁBLÁZAT. Az LDCS szalagtöltetkészlet főbb adatai (A szerző szerkesztése [8] alapján)

Technikai adatok	Érték	Technikai adatok	Érték
Töltetkonténer hossza [mm]	2360	Robbanóanyagtömbök mennyisége [db]	1400
Töltetkonténer szélessége [mm]	1370	Robbanóanyagtömb tömege [kg/db]	0,57
Töltetkonténer magassága [mm]	710	Szalagtöltet indítási módja	elektromos
Töltetkonténer tömege [kg]	1360	Szalagtöltet robbanózsínórja	2 szál M58A4 vagy 3 szál M58A3
M58 szalagtöltet hossza [m]	106,8	Robbanózsínór töltete	PETN (nitropenta)
M58 szalagtöltet tömege [kg]	926	Horgonyzókötél hosszúsága [m]	63
M58 szalagtöltet robbanóanyag-tömege [kg]	794	Horgonyzókötél robbantóvezetéke	3 szál egyeres elektromos vezeték



míg a csatlakozó alsó részén rögzítőelemek találhatók, amelyek a járműtest alsó lemezéhez kapcsolódnak. A csatlakozó egy beépített hidraulikus gyorskioldó rendszerrel is rendelkezik az eke vagy a tolólap vészhelyzet esetén történő ledobásához.

SZALAGTÖLTETKÉSZLET

A szalagtöltetkészlet (Linear Demolition Charge System – LDCS) a harcositorony helyére szerelt felépítmény tetején helyezkedik el, és 2 darab önállóan is működtethető egységet foglal magába. Az átjárónyitó szalagtöltetek első megjelenése még a második világháború időszakára vezethető vissza, ismertebb típusai az 1940-es évek közepén alkalmazott kanadai Snake és a brit Conger, valamint az 1950-es évek elején kifejlesztett brit Giant Viper, majd a szovjet UR-77 és a cseh-szlovák SVO.

Az M1150 eszközön található, közel 107 méter hosszú M58 átjárónyitó szalagtöltetek (Mine Clearance Line Charge – MICLIC) menet- és tárolási helyzetben a jármű felső részén, a kilövőegységekben található

fémkonténerekben helyezkednek el. (4. táblázat)

A szalagtöltet alapja egy 20 mm átmérőjű nylonkötél, amely köré – teljes hosszában – két (M58A4 típusú) vagy három (M58A3 típusú) szál, nitropenta robbanóanyagú gyújtózsínort (RGYZS) tekercselnek, ezt veszik körbe a „felfűzött” C-4 brizáns plastikus robbanóanyagból formázott tömbök. (8. ábra) A mintegy 7,45 kg/m robbanóanyagot tartalmazó szalagtöltet három darab 30,5 méteres és egy 15,25 méteres szakaszra tagolt, amelyeket speciális csatlakozóelemek kapcsolnak egymáshoz.

A töltetsor elülső végén található kábelcsatlakozó biztosítja a 127 mm-es MK 22 MOD 4 típusú, két tolófúvókával rendelkező (9. ábra), szilárd hajtóanyag-meghajtású rakétához történő kapcsolódást kettős acélsodronnyal (5. ábra), míg a hátsó végén lévő gyújtócsatlakozó a robbanó gyújtózsínort és a szalagtöltet csatlakozását teszi lehetővé az M1134 elektromos gyújtószerkezethez.

A rakéta rendeltetése, hogy a kilövés után maga után húzva az átjáró-

nyító töltetet, eljuttassa azt az akna-
mezőn tervezett átjáró helyére.

A szalagtöltetet húzó rakétát az előkészítés során fel kell szerelni a kilövőegység fedőlemezén található indítószínré, majd az alkalmazáshoz (kilövéshez) a kilövőállványként is funkcionáló fedőlemez hidraulikusan indítási pozícióba emelhető. (10. ábra)

A gyújtószerkezetet és a jármű kilövőállványát egy 63 m hosszúságú, 2 cm vastag, 3 darab összefont szálból álló, a töltet kilövési távolságát behatároló nylon „horgonyzókötel” köti össze. Mindegyik kötélszámban egy elektromos vezeték helyezkedik el.

A szalagtöltet indítását (11. ábra) és a járműtől történő eltávolodását követően a horgonyzókötel megfeszülése által bekövetkező rándítás mechanikusan kibiztosítja a gyújtószerkezetet, majd a töltet földet érését követően a detonációt az M34 robbantógéppel generált elektromos árammal lehet kiváltani. Amennyiben a kilőtt MICLIC valamilyen ok miatt nem detonál elektromos iniciálással, a szalagtöltetet gyalogosan kell valakinek megközelítenie, és

7. ÁBRA. A külső kamerarendszer egy része a felépítményen [4]

8. ÁBRA. M58-as szalagtöltet elhelyezkedése a tárolókonténerben, a töltet elülső végén a kábelcsatlakozóval [9]

9. ÁBRA. Az MK 22 MOD 4 rakéta orr-része a fúvókákkal és a hajtóműindító biztosítószeggel [9]

10. ÁBRA. A szalagtöltetek kilövőállványai indítási pozícióba emelve [10]





11. ÁBRA.
A szalagtöltetet húzó
rakéta indítása
(Forrás: Alamy)



12. ÁBRA.
A szalagtöltet
robbanásának
pillanata [9]

egy időzített gyújtószinór (IGYZS) meggyújtásával vagy nem elektromos indítóegységgel (NONEL) kell felrobbantania.

Bár a kilövőállványok korlátozott mértékben a felépítménnyel együtt elforgathatók, a szalagtöltetet a biztonsági előírások szerint csak a jármű eleje felé irányuló pozícióban szabad indítani. A kilőtt töltet robbanásakor létrejövő túlnyomás (12. ábra) egy 100 méter hosszú és 8 méter széles területsávot képes mentesíteni a hagyományos gyújtószerkezettel rendelkező aknáktól.

A jármű felépítményén a kilövőegység oldalfala vízszintesen előre nyíló irányban kihajtható, így a kilőtt szalagtöltet kiürült fémkonténerre egy daruszerkezettel felszerelt utánszállító eszköz (általában M985A1R tehergépkocsi) segítségével kicserélhető egy szalagtöltetet tartalmazó másik konténerre.

AKNAKIFORDÍTÓ EKE

Az aknakifordító ekét (Full Width Mine Plough – FWMP) a munkaszerv sérülékenysége miatt általában csak a szalagtöltet alkalmazása, felrobbantása után használják a tervezett átjáróban esetleg épségben maradt aknák eltávolítása céljából. Az eke a kisebb tömegű robbanótöltetet tartalmazó aknákból (pl. gyalogsági aknák) álló aknamezőn történő átjáráshoz szükséges szalagtöltet nélkül, önállóan is alkalmazható.

Az aknakifordító eke három különálló pengéből áll, egy a bal oldalon, egy a jobb oldalon és egy kisebb, V alakú penge a közepén. (13. ábra) A külső pengéken kilenc, míg a középső kisebb pengén öt darab, 36 centiméter hosszúságú karomszerű fog található. (5. táblázat)

A szélső pengék oldalain lévő kis terelő toldatok kihajthatók, így a karmokkal a talajból kiforgatott ak-

nák még egy kissé távolabb kerülnek a mentesített területsáv szélétől.

A munkaszerv két pozícióba állítható: menethelyzetben a talajtól 40–45 cm magasan felemelve, illetve munkavégzéshez a pengéken lévő karmokat a talajba süllyesztve. Az eke teljes szélessége egyenes vonalú pozícióban 4,5 méter, de alkalmazása során leggyakrabban enyhe V alakban használják, így az aknamentesített sáv szélessége 4,2 méter. A függőleges mozgatást (emelés-süllyesztés) a járművezető által vezérelt két hidraulikus munkahenger végzi, a szükséges hidraulikus teljesítményt egy beépített elektrohidraulikus táprendszer biztosítja.

Az aknamentesítés állandó mélységének megtartását az ekerészek előtt haladó és a talajfelszínnel érintkező csúszótalpak biztosítják. A póklábakhoz hasonló karok végéhez billenőtengellyel kapcsolt sílécserű talpak követik a terepfelszín domborzati vál-

13. ÁBRA. A három részre
tagolt fogazott
aknakifordító eke [10]

5. TÁBLÁZAT. Az aknakifordító eke (FWMP) főbb adatai
(A szerző szerkesztése [11] alapján)

Technikai adatok	Érték
Tömeg [kg]	3600
Mentesített sáv szélessége [mm]	4200
Mentesítés mélysége [mm]	175–300
Mentesítés sebessége [km/h]	1–15
Hidraulikus nyomás [bar]	275
Emelési idő [s]	11
Süllyesztési idő [s]	8
Ekerészek száma [db]	3 (2 oldalsó, 1 középső)
Karmok mennyisége [db]	9 – 5 – 9
Hidraulikafolyadék áramlási sebessége [l/perc]	30





14. ÁBRA.
M1150 eszközök
tolólapal (a képen elől)
vagy ekével (a háttérben)
felszerelve [4]

tozását, és összeköttetésben vannak az ekeszerkezettel, amelynek függőleges mozgása követi a talpak mozgását.

Az aknakifordító eke felszerelhető a közelségi gyújtóval rendelkező harckocsiakkal ellen ún. mágneses jelduplikátorokkal (Magnetic System Duplicator – MSD) is, amelyekben az elektromos áram egy mágneses mezőt generál. Ez a mágneses erőter megtéveszti az aknagyújtót, és az idő előtt működésbe hozza az akna robbanótöltetét, amely annak hatására nem az aknakifordító eke alatt vagy mellett robban fel.

HARCKOCSI-TOLÓLAP

A harckocsi-tolólap (Combat Dozer Blade – CDB) egyazon hidraulikus kapcsolat révén csatlakozik a jármű elejéhez, mint az aknakifordító eke. (14. ábra)

A 3 tonna tömegű tolólapal a M1150 eszköz különböző erődítési, műszakizár-leküzdesi feladatokra alkalmazható: tüzelőállások, fedezék-alapgödörök kialakítása; egyes nem robbanó műszaki zárok (tölcsérek, árkok) betemetése; utak helyreállításában való részvétel, oszloputak kialakítása stb. Igénybe vehető továbbá torlaszok, épülettörmelék vagy akár egyes fel nem robbant harcanyagok, improvizált robbanóeszközök eltávolítására is.

A tolólap 3,7 m szélességben és egy munkamenetben legfeljebb 30 cm mélységben képes a talajt hatékonyan megmozgatni. (6. táblázat)

Az M1150 első fényszórói a járműtest elején, magas tartókonzolkon helyezkednek el, így az aknakifordító eke vagy a tolólap éjszakai használata során jól megvilágítják a jármű és a munkaszerv előtti területet, lehetővé téve a folyamatos munkavégzést.

ÁTJÁRÓJELŐLŐ RENDSZER

Az átjárójelölő rendszer (Lane Marking System – LMS) rendeltetése az előzőekben említett műszaki felszerelések által mentesített területsáv két szélén minden napszakban jól észrevehető és látható jelzéssel történő megjelölése.

A felszerelés elnevezése akár akadályjelölő (Obstacle Marking System – OMS) is lehetne, mert az eszközzel az aknamezők vagy nem robbanó műszaki zárok (tölcsér, árok, torlasz) határai is kijelölhetők. A jelölőrendszer a járműtesten, annak hátsó részén, mindkét oldalán megtalálható. (15. ábra) Két fő részből tevődik össze: egy pneumatikus adagolóból és egy kompresszoregységből.

6. TÁBLÁZAT. A harckocsi-tolólap (CDB) főbb adatai (A szerző szerkesztése [1] alapján)

Technikai adatok	Érték
Tömeg [kg]	3000
Szélesség [mm]	3690
Magasság [mm]	1225
Nyesési mélység [mm]	300
Emelési idő [s]	18
Süllyesztési idő [s]	9

Az elektro-pneumatikus adagoló a kompresszor által biztosított sűrített levegő segítségével, szabályozott időközönként vagy beállított távolságonként egy ún. jelölőpálcát lő ki a jármű melletti talajba. Az adagolóegység automatikájának hibája esetén manuálisan is vezérelhető az 1 méter hosszúságú, 2 cm átmérőjű jelölőpálcák kilövése. (7. táblázat)

A jármű két oldalán található adagolóegységekben – amelyeket menethelyzetben a járműtesten fektetett helyzetbe állítanak (17. ábra) – a jelölőpálcákból 50–50 darab helyezhető el.

7. TÁBLÁZAT. Az átjárójelölő készlet (LMS) főbb adatai (A szerző szerkesztése [1] alapján)

Technikai adatok	Érték	Technikai adatok	Érték
Adagolóegység hosszúsága [mm]	700	Kompresszoregység hosszúsága [mm]	500
Adagolóegység szélessége [mm]	370	Kompresszoregység szélessége [mm]	300
Adagolóegység magassága [mm]	200	Kompresszoregység magassága [mm]	300
Adagolóegység tömege [mm]	28	Kompresszoregység tömege [kg]	20
Jelölőpálca mennyisége (újra felhasználható) [db/adagolóegység]	50	Jelölőpálca mérete [mm] hossza átmérője	1000 20

15. ÁBRA. A sávjelölő és az egyik szalagtöltet munkahelyzetben, az eke menethelyzetben [10]



A pálcák végére jól látható zászlócskákat rögzítenek, amelyek helyettesíthetők fluoreszkáló, fényvisszaverő vagy akár LED-es fényforrással is. A pálcákon a szükséges tömítettség biztosítása érdekében gumigyűrűk láthatók, hogy a kilövéskor a sűrített levegő ne szökhesse el mellettük.

Amennyiben egy feltöltésnyi pálcák nem elegendő a feladathoz, az adagolóegységek a járműtest hátsó részén elhelyezkedő tárolóban lévő tartalék pálcákból kézi erővel feltölthetők. (16. ábra)

A jelölőpálcák hegye nem deformálódik el keményebb talajon sem, ezért egyaránt használhatók agyagos vagy kavicsos talajon, illetve aszfalt- és betonfelületen.

16. ÁBRA. Az adagolóegység manuális feltöltése [6]



17. ÁBRA. Egy pálcákkal feltöltött adagolóegység a járműtestre fektetett menethelyzetben [12]



ÖSSZEGRÉS

A német Leopard és az orosz gyártmányú harckocsiknál is sokkal nehezebb Abrams járműtestre épült M1150 páncélozott átjárónyitó jármű a megfelelő műszaki felszerelésekkel rendelkezik a különböző műszaki záruk leküzdéséhez és az azokon nyitott átjárók összefegyvernemi csapatok számára történő megjelöléséhez.

Normál terepviszonyok és körülmények között dinamikus, mozgékony. Egyik gyenge pontja a tömege: bonyolult terepviszonyok között, különösen csapadékos időszakban, sáros terepen nehezebben tud manőverezni, és a tömeg hátrányos tényező lehet például

egy hídon történő áthaladáskor is, ha annak korlátozott a teherbírása. Egy másik érzékeny pontja az eszköznek a hajtómű: a dízelmotoros harckocsikkal szemben az Abrams harcjárművet gázturbina hajtja, amelyhez a speciális üzemanyag biztosítása bonyolultabb logisztikai feladatot jelent.

Mindezeket leszámítva, az M1150 a műszaki csapatok kiváló technikai eszköze, többféle feladatra is felhasználható a csatlakoztatott munkaszerveknek köszönhetően. Páncélja megfelelő védeettséget biztosít a kezelőknek, alkalmazható vegyszennyezett terepen, illetve a harctevékenységek közvetlen műszaki támogatására. ■

HIVATKOZÁSOK

- [1] On the occasion of the Day of Missile Forces and Artillery and the Engineering Troops Day, Volodymyr Zelenskyy presents state awards to Ukraine's defenders. <https://www.president.gov.ua/en/news/z-nagodi-dnya-raketnih-vijsk-i-artileriyi-ta-dnya-inzhenerni-86773> (Letöltve: 2023.12.28.);
- [2] General Dynamics Land System: ABRAMS M1A2 <https://international.gdls.com/english/products/ABRAMS/M1A2.pdf> (Letöltve: 2023.12.28.);
- [3] Daruka Norbert. A bűnös célú/terror jellegű robbantások és az ellenük való védekezés lehetőségei, különös tekintettel a tűzszerész feladatok ellátására. Doktori (PhD) értekezés, NKE Katonai Műszaki Doktori Iskola, 2014.;
- [4] American M1150 Assault Breacher Vehicle Shocked The World <https://www.youtube.com/watch?v=dxLmYmLGjuo> (Letöltve: 2023.12.28.);
- [5] Nagy Norbert. A harckocsik harci teljesítményét jellemző minőségi mutató számításának új módszere. Doktori (PhD) értekezés, NKE Hadtudományi Doktori Iskola, 2023.;
- [6] M1150 Assault Breacher Vehicle (ABV) <https://tanks-encyclopedia.com/modern-us-m1150-assault-breach-vehicle-abv/> (Letöltve: 2023.12.28.);
- [7] M1150 American Assault Breacher Vehicle https://odin.tradoc.army.mil/WEG/Asset/M1150_American_Assault_Breach_Vehicle (Letöltve: 2023.12.28.);
- [8] TM-9-1375-215-13-P Joint Technical Manual for MK 2 Mod 0 Mine Clearance System and Mine Clearance Line Charge – MICLIC <https://dokumen.tips/documents/tm-9-1375-215-13-p-miclic.html?page=1> (Letöltve: 2023.12.28.);
- [9] Military Assault Breacher Vehicle M1150: US Engineering Vehicle https://www.youtube.com/watch?v=wQo_ZtRyOZw (Letöltve: 2023.12.28.);
- [10] M1150 ABV: A Mine Clearing Vehicle With M1 Abrams Tank DNA https://www.youtube.com/watch?v=_gxm-dUW8ag (Letöltve: 2023.12.28.);
- [11] Army Technology Products & Services <https://www.army-technology.com/products/> (Letöltve: 2023.12.28.);
- [12] Coolest assault vehicle in action: M1150 ABV Assault Breacher Vehicle <https://www.youtube.com/watch?v=gaXYVjp3058> (Letöltve: 2023.12.28.)



DIKÁ CZ CSABA*

1. ÁBRA. Bosznia felett
lezuhanjt jugoszláv
MiG-29 vadászpilógép
roncsai [7]

MiG-29 REPÜLŐGÉPEK A JUGOSZLÁV ÉS A SZERB LÉGIERŐBEN (1987-2024)

I. RÉSZ

AZ ELŐZMÉNYEKTŐL A TÍPUSVÁLTÁSIG

Az 1970-es évek végére, a valamikori Jugoszláv Légierő és Légvédelem (Jugoslovensko Ratno Vazduhoplovstvo i Protivvazdušna Odbrana – JR-

ViPVO) vadászpilógép-állományának technikai elavulása egyre égetőbb probléma lett. Ennek kiküszöbölésére azonban nem az akkor újdonságnak, generációs váltásnak tekintett Mi-kojan-Gurjevics MiG-23 típus mellett

döntöttek, hanem a már korábban rendszeresített MiG-21 típus legutolsó (bisz) változatából vásároltak meg 1977 és 1983 között 91 darabot. Ennek következtében a képesség a bisz (bár modernebb, de így is) szerény tudású

Összefoglalás: Európában elsőként a jugoszláv légierőben került sor a valamikori Szovjetunióban gyártott – később a magyar légierőben is 2010-ig szolgálatot teljesítő – MiG-29 vadászpilógép beszerzésére, majd hadrendbe állítására. Néhány évvel később, a délszláv háborúk során (1991 és 1999 között) már éles, harci feladatokban is részt vettek, utóbb a NATO harci repülőgépeivel is szembekerülve. Az elszennvedett veszteségek nyomán mennyiségében jelentősen lecsökkent flotta 2021-re újra egy századnyira bővült, jelentős képességnövekedéssel járó modernizálás mellett. A főként az alkatrészhány miatt egyre inkább időszerűvé váló típuscserére 2024 tavaszán bejelentett szerb politikai döntés szerint a francia Rafale többcélú vadászpilógéppel cserélik le a típust.

Kulcsszavak: MiG-29, jugoszláv légierő, Operation Allied Force, 127. „Lovagok” század, Rafale többcélú vadászpilógép

Abstract: The Yugoslav Air Force was the first in Europe to acquire the MiG-29 fighter aircraft manufactured in the former Soviet Union – this fighter later served in the Hungarian Air Force, too, until 2010 – and then put it into service. Between 1991 and 1999, they flew combat sorties during the Yugoslav Wars, and engaged NATO warplanes. The MiG-29 fleet, which had been significantly reduced in volume as a result of the losses, was again expanded to squadron strength by 2021, in addition to modernization with a significant expansion of capabilities. According to a political decision announced in the spring of 2024 to replace the type, which is becoming more and more timely due to mainly the lack of spare parts, the French Rafale multi-purpose fighter aircraft will take over.

Keywords: MiG-29, Yugoslav Air Force, Operation Allied Force, 127th „Knights” Fighter Squadron, Rafale multi-purpose fighter jet

* Alezredes, Nemzeti
Köszolgálati Egyetem
Hadtudományi
és Honvédtisztképző
Kar Katonai
Tanfolyamszervező
Intézet; Gyakorlat-
és Részképzés-tervező
Osztály, osztály-
vezető. ORCID:
0000-0002-7729-7733



DOI: 10.23713/HT.58.6.04

LVIII. évf. 2024/6. • HADITECHNIKA 21

radarja, elektronikai berendezései és fegyverzete miatt nem sokat javult.

A Jugoszláv Szocialista Szövetségi Köztársaság (JSZSZK) Legfelsőbb Védelmi Tanácsának döntése értelmében 1985 decemberében, a JRViPVO parancsnokhelyettese, Zdravko Lončar vezérőrnagy vezetésével Moszkvában járt delegáció tagjai részt vettek a MiG-29 típusú gépek Kubinkában rendezett bemutatóján, amely után Branko Bilbija alezredesnek, a jugoszláv légierő Tesztközpont berepülő-pilótájának lehetősége volt – Valerij Menickivel, a MiG-tervezőiroda fő tesztpilótájával – egy kétüléses változatban repülés közben is személyes tapasztalatokat szerezni a géptípusról. Ezt követően magas szintű szakmai egyeztetések folytak Moszkvában a MiG-tervezőiroda főtervezőjével és szakembereivel a gép aerodinamikájáról, harcászati képességeiről és biztonsági jellemzőiről. A szovjetek bemutatták a jugoszláv delegációnak az 1984 óta a MiG-29-en tesztelt R-77 levegő-levegő légiharc-rakétát, amelyet jóval később, csak 1994-ben rendszeresítettek az orosz légierőben, majd pedig R-77AE (RVV-AE) jelzéssel exportálták. 1986 tavaszán a beszerzésre javasolt típusok közül Bilbija alezredes a Mirage 2000 típust is kipróbálta, és a MiG-29-hez hasonlóan pozitívan értékelte, így kijelenthető, hogy az utóbbi mellett szóló döntésben a politikai és gazdasági szempontok (érdekek) jelentős szerepet játszottak. (A MiG-29 típus fegyverzet nélküli ára kb. 15,9 millió USD volt, szemben a nyugati riválisainak tekinthető F-16 és a Mirage 2000 30 millió USD-t meghaladó árával.)

Mindezek alapján 1986 közepén megszületett a döntés a keleti oldalon és az európai országok közül elsőként¹ exportra engedélyezett negyedik generációs vadászpilóta repülőgéppel Jugoszlávia részéről történő beszerzéséről.

Az új típusra történő átképzés jegyében, 1986 szeptemberében orosz nyelvtanfolyamon vett részt 14 repülőgép-vezető és 30 fő repülőműszaki, akik közül 1987. június 29. és szeptember 26. között a Szovjetunióban – a 204. Repülőezred parancsnokának, Ljubiša Veličković alezredesnek a vezetésével – 12 pilóta [2] és 28 műszaki kapta meg a szükséges elméleti és gyakorlati ismereteket. [2] Az első csoportban, a Lugovajában (a mai Kazahsztánban) található 715. Légi Kiképző Ezredben 1987-ben kiképzést kapott pilótákat 1988–1989-ben 19 fő, míg 1990-ben további 6 társuk követte.

KÉK KÖRBE ARANY SZEGÉLYES VÖRÖS CSILLAG

1987. szeptember 24-én két, felségjelzés nélküli kétüléses (MiG-29UB) érkezett meg szovjet személyzettel, magyarországi közbeeső leszállással, majd az együlékesek (MiG-29A) következtek két csoportban: 3 db december 22-én, 7 db 28-án, míg az utolsó négy repülőgép 1988. április 24-én szállt le Jugoszláviában. A gépek Jugoszlávia legnagyobb repülőbázisára, a Belgrádtól kb. 19 km-re nyugatra található Batajnica falu melletti támaszpontonra települt 204. Repülőezred szervezetébe tartozó, Hajrudin Hodžić őrnagy vezette 127. vadászpilóta-század kötelékébe kerültek.

A MiG-29 (NATO kódjele: Fulcrum) vadászpilóta repülőgép-típus 14 db együléses (MiG-29A vagy 9-12B) és 2 db kétüléses (MiG-29UB vagy 9-51B) változatának szolgálatba állítását követően a jugoszláv MiG-29A-k a 18101 – 18114, a MiG-29UB-k a 18301 és a 18302 oldal-számot kapták, később pedig a szerb légierőben az együlékesek az „L-18” jelöléssel szerepeltek (az „L” a vadász szó szerb megfelelőjére [Lovac] utalt, míg a 18-as szám a típus besorolása volt), a kétülékesek pedig „NL-18”-ak lettek (Nashtavnyi Lovac – gyakorló vadász). A nemzeti felségjelzés elhelyezése a következő volt: a Jugoszlávia zászlajának színeiből kialakított kék körben arany szegélyes vörös csillag a hajtóművek levegőbeömlő nyílásainak mindkét oldalán (2. ábra a.), továbbá a bal szárny alján és tetején kapott helyet; a kék, fehér és vörös csíkból álló, középen ötágú vörös csillagot tartalmazó jugoszláv nemzeti zászló hagyományosan a két függőleges vezérsík felső egyharmadánál, a hajtóművekkel párhuzamosan volt felfestve (2. ábra b.). A teljes oldalszám fekete színnel a függőleges vezérsíkok külső oldalán a zászló felett (2. ábra c.), az utolsó három szám fehér színnel a pilótafülke alatt (2. ábra d.), illetve a jobb szárny felső részén volt látható.

A BEMUTATKOZÁSTÓL A HARCKÉSZÜLTÉSI SZINTIG

A Jugoszláviának leszállított gépek a típus első szériájából származtak. 1983–1984 folyamán készültek, majd a szovjet légierőben töltött egy év szolgálatot követően lekonzerválták azokat. Az értékesítést megelőzően egy általános felújításon estek át, amelynek következtében a következő nagyjavítást 1996-ra tervezték be. [4] Az újonnan rendszeresített vadászpilóta repülőgép első, balkáni bemutatására a JSZSZK honvédelmi minisztere, Branko Mamula admirális vezette első katonai vezetők számára 1988 januárjában, majd a légierő nyugalmazott tábornokai részére a JRViPVO akkori parancsnoka, Anton Tus vezérezredes vezetésével 1988 márciusában került sor. A civil nagyközönség a légierő napjára szervezett, 1988. május 15-én Batajnicán megrendezett légi bemu-

2. ÁBRA. A jugoszláv nemzeti felségjelzésű 108-as oldalszámú MiG-29A [3]



¹ A típusból elsőként India 1984-ben 44 darabot rendelt, amelyeket 1986-ban vettek át.

tatón láthatta első ízben a hazai színekben repülő típust.

Ezt követően saját környezetben folytatódott a pilóták és repülőműszakiak típusra történő képzése. 1988-ban előbb gépágyúval tüzeltek légi célpontokra, emellett gyakorló elfogási feladatokat hajtottak végre, majd 1989-ben áttelepültek a tuzlai és mostari repülőterekre, augusztus 19. és 26. között pedig a Szovjetunióban, a Kaszpi-tenger közelében fekvő Asuluk (Ашук) lőterén 3 repülőgép-vezető kiváló eredménnyel hajtotta végre az R-60-as és R-73-as infravörös önirányítású légi közelharc-rakéták éles indításait. A vajdasági Čenta (Csenta) gyakorlóterén a szárazföldi célok elleni harcot gyakorolták, a megszerzett képességeiket pedig a május 27–31. között megrendezett „Deneb 89” gyakorlaton bizonyították. Ezt követően a repülőgép-vezetők egy csoportja a vonatkozó célok elleni éjszakai lövészetet sajátította el. A pilóták átlagos repülési ideje 1987 és 1991 között egyéenként kb. 60 óra volt.

A '90-es évek elején felmerült annak lehetősége, hogy egy újabb, MiG-29 típusú repülőgéppel felszerelt vadászrepülő-századot hozzanak létre Jugoszlávia legnagyobb föld alatti repülőterén, a Dinári-hegységbe épített, Bihac melletti Željava légitámaszpontonra telepítve. [5] Ennek jegyében már megkezdtek az egyik, korábban MiG-21 típusúhoz használt föld alatti bejárat tervezett átépítését a MiG-29-eshez megfelelő méretűre, azonban a délszláv háború kirobbanása ezt az elképzelést megghiúsította.

A repülőgépek mellett megtörtént a típus által alkalmazható, szinte valamennyi fegyverzet beszerzése is, így a közepes hatótávolságú félaktív lokátoros és passzív infravörös önirányítású R-27R1 (NATO kódja: AA-10 Alamo), a kis hatótávolságú passzív infravörös önirányítású R-60MK (NATO kódja: AA-8 Aphid), valamint a szintén közeli légi harcra tervezett infravörös önirányítású R-73E (NATO kódja: AA-11 Archer) légiharc-rakétáké. A szárazföldi célok ellen a 240 mm-es Sz-4-es és a 80 mm-es Sz-8-as nem irányított rakétákat magukban foglaló B-8M1 konténereket rendszeresítették. A kis mennyiségben beszerzett Sz-8 miatt az 57 mm-es Sz-5 nem írá-

nyított rakétákat indító, 32 csövű, UB-32-57 blokkokat integrálták a repülőgépekhez. Ugyancsak beszerettek KMGU-2 kazettáslőszer-konténereket, OFAB-250/270 repeszromboló és BETAB-500 betonromboló bombákat is. A 90-es évek elején a jugoszláv MiG-29-esek MBD-2-67U bombatartókat is használhattak FAB-100M80 szabadesésű rombolóbombákhoz.

A JRViPVO beszerzési forrásai időközben ugyan kimerültek, de az akkori eredeti fejlesztési tervek szerint nem is lett volna további szükség új gépek vásárlására, mivel a '80-as évek közepétől a francia Dassault céggel közösen fejlesztés alatt állt egy negyedik generációsra tervezett hazai típus, a Soko „Novi Avion” (Új repülőgép).

A régóta használt, szintén szovjet gyártmányú MiG-21 és az új, hazai fejlesztésű repülőgép közötti generációs szakadék áthidalására végzett tesztrepüléseket és jelentős tanulmányozást követően a légierő illetékes bizottsága 1991 elején azt a szakmai döntést hozta, hogy ugyancsak a francia Dassault cég által gyártott Mirage 2000 típust rendszeresítsék. A „Novi Avion” 1991 és 1993 között kellett volna a berepüléseket végrehajtani, hogy az a tervezett időpontra, 1995-re hadrendbe állhasson, de a francia típust is túl drágának találták. Az időközben bekövetkezett politikai változások (Jugoszlávia szét hullása) miatt törölték a saját típus fejlesztését, amelynek következtében a meglévő MiG-29-esek továbbra is rendszerben maradtak, felélve a még rendelkezésre álló erőforrásokat és alkatrész-készleteket.

ÉLES BEVETÉSEN

A Jugoszlávia felbomlásához vezető délszláv háborúban a 204. Repülőez-

red mindkét vadászrepülő-századnak, így a MiG-29-esekkel repülő 127. századnak a gépeit is bevetették. Első harci (éles) bevetéseiket a Jugoszláv Néphadsereg (Jugoslovenska Narodna Armija – JNA) és a Szlovén Területvédelmi Erők közötti konfliktusban Ljubljana és Cerklje térségében ún. demonstrációs repülésekkel teljesítették. Az olasz és osztrák határ mentén harci őrzáratozást végeztek, azonban semmilyen harcérinkezésben, így például földi célok elleni feladatban sem vettek részt.

A Horvátországban zajló háború idején 1991-ben és 1992 kezdetén, továbbá Bosznia-Hercegovinában 1992 és 1995 között azonban már számos alkalommal vetették be őket különböző szárazföldi célpontok ellen a bosnyák–horvát határ mentén és a dél-horvátországi Zadar körzetében. 1991-ben egy jugoszláv MiG-29-es több, horvátok által használt Antonov An-2-es repülőgépet semmisített meg a földön, a horvátországi Eszék melletti Čepin repülőterén, saját veszteség nélkül. [9] 1991. október 7-én legalább két MiG-29-es hajtott végre légicsapást Banski Dvoriban, a horvát kormány hivatalos rezidenciája ellen. Egyes információk szerint 1992-ben, Slavonski Brod közelében a Száva folyón átívelő híd támadására indult hat MiG-21-est védő MiG-29-est a földi légvédelem súlyosan megrongálta, amely a sérülések ellenére végül sikeresen visszarepült Batajnicára. [4] Ahogy az utóbbi példából is látható, a „Lovagok” általában a vadászbombázó-kötelékek vadászvédelmi biztosító feladatait látták el, légi harcra nem került sor.

1992. május 19-én Belgrádban döntés született arról, hogy a JNA valamennyi egységét a Szerbia és



3. ÁBRA. A Soko „Novi Avion” koncepcionális rajza (felfedezhető hasonlóságot mutat a francia Rafale-lal) [6]



4. ÁBRA. A 127. „Vitežovi” (Lovagok) vadászrepülőszázad alakulatjelzése [8]



5. ÁBRA. A Jugoszláv Szövetségi Köztársaság Légvédelmi és Légierő jelzése [10]



6. ÁBRA. 1992-től, a JSZK megalakulásával új felségjelzések kerültek a MiG-29-esekre (Fotó: Dimitrije Ostojic, [11])

Montenegró (JSZK) alkotta Jugoszláv Szövetségi Köztársaság területére kell visszavonni, így a Bosznia-Hercegovinából kivont alakulatokkal négy századra bővülve létrejött a 204. Repülődandár. A 127. század parancsnoka Mirčeta Jokanović lett, akit 1993 elejétől Jovica Nikolić váltott, majd 1996 és 1998 között Milenko Pavlović vezette az alakulatot, aki 1999-ben hősi halált halt. Ugyan mind a bosnyák, mind a horvát oldalról kezdetben kettő, később összesen négy gép lelövését jelentették, valójában azonban egyetlen MiG-29-est sem veszített a JSZK légierejéhez (Ratno Vazduhoplovstvo Srbije i Crne Gore – RVSICG) tartozó 127. század sem Horvátországban, sem Boszniában.

NÉHÁNY BÉKEÉV

Bár az 1995 decemberében megkötött, a délszláv háború addigi szakaszát lezáró Daytoni békeszerződést követően valamennyi egy- és kétüléses MiG-29-es gép üzemképes állapotban rendszerben állt, 1996-tól az alkatrészhiány egyre komolyabb kihívás elé állította a repülőműszaki állományt, sőt érezhetően kihatott a bevetethetőség szintjére. A helyzetet tovább nehezítette az is, hogy a Slobodan Milošević névvel fémjelzett rendszer inkább a karhatalmi erőkre, illetve korábban a Bosznia elleni háborúra fordított jelentős forrásokat, nem pedig a légierő állapotának javítására, a MiG-29-esek megfelelő szintű karbantartására. Az országgal szembeni ENSZ-fegyverembargó miatt a pótalkatrészek jelentős hiányában a flotta állapota egyre romlott, mivel a re-

pülőgépeken a munkákat nem tudták a szabályoknak megfelelően végrehajtani. Az 1996-ra és 1997-re gyárilag előírt (9 év vagy 800 repült óra után tervezett) általános nagyjavításokat sem végezték el. A flotta gépeinek átlagos repült ideje 433,5 óra volt, a 18103-as együléses 264, a 18302-es kétüléses 703 repült órával rendelkezett. A JSZK légierejének 1999 és 2001 közötti parancsnoka, Spasoje Smiljanić vezérezredes szerint a gépek üzemidejét a gyártó RSzK MiG (oroszul: PCK „МиГ” – Российская самолётостроительная корпорация „МиГ”) jóváhagyásával 15%-kal meghosszabbították. [12] Mindezen nehézségek ellenére is, a repülőműszaki állomány elhivatottságának köszönhetően a repülőgépek jó része üzemképes maradt, de mire 1998 őszén egy NATO-val történő esetleges konfrontáció közeledni látszott, a „Vitezovi” (Lovagok) nevet viselő 127. vadászpilóta-század gépeinek műszaki állapota (technikai harcértéke) időköz-

ben alacsony szintre került, a repülőgép-vezetők repült óraszámja pedig alig haladta meg a kritikusnak tekinthető éves 20 órát (!). A gépek hadrafoghatósága 44%-os volt, míg az átlagos repülési idő az 1997-es pilótánkénti 21,25 órától 1998-ban 25,4 órára nőtt. Éjszaka csak a pilóták 41%-a, bonyolult időjárási körülmények között pedig 71%-a volt képes repülni. A repülőgép-vezető állomány kiképezését nehezítette továbbá az is, hogy 1996-ban a földi szimulátor (repülés-gyakorló állomás) is meghibásodott. A repülőgép-fegyverzet tekintetében is súlyos hiányok mutatkoztak: R-73E rakétából csupán a szükséges mennyiség 41%-a, R-60MK-ból 36%-a, R-27R1 rakétából 18%-a, a 30 mm-es gépágyúlszerből mindössze 19% állt rendelkezésre. [13]

1998-ban Nebojša Đukanović vette át a századparancsnoki beosztást. A békeidőknek nevezhető 1996–1998 közötti időszakban a típus elmaradhatatlan résztvevője volt az évenként megrendezett „Batajnica” légi bemutatóknak, ahol mind szólóban műrepüléssel, mind kettő-kettő géppár egymás elleni légiharc-imitációjával elkápráztatták a nézőközönséget.

A VIHARFELHŐK GYÜLEKEZNEK

A fiatal repülőgép-vezetők repülési kiképzése ugyan folyamatos volt, azonban mind a légi lövészetek, mind a szárazföldi célok támadásának gyakorlásai a fent említett fegyverzeti készlethiányok miatt nagyrészt elmaradtak. Ez erősen negatívan befolyásolta harci képességeiket akkor, amikor a koszo-



7. ÁBRA. Infravörös önirányítású R-73E légiharc-rakéta AA-11 (Archer) a „MILEX-2019” nemzetközi fegyverzeti és hadfelszerelési kiállításon Minszkben (Forrás: Shutterstock)

vói konfliktus éleződésével összefüggésben a jugoszláv légierő és légvédelem, így a „Lovagok” is megkezdtek a felkészülést egy esetleges NATO elleni összecsapásra. A nem hivatalosan csak „Kis-Jugoszláviának” hívott JSZK doktrínája arra épült, hogy az erőteljesen domináns szerepet játszó, földi telepítésű légvédelmi rakéták (SA-3 és SA-6 típusok) mellett a vadászpülő-erők a háború kezdetén kapnak szerepet, hogy aztán harcértéküket megőrizve bevetethetők maradjanak egy valószínűsített szárazföldi NATO-támadás esetén. Utóbb bebizonyosodott, hogy a NATO csak korlátozott légi műveletekkel kívánta a koszovói konfliktus politikai rendezését előmozdítani, demonstrálva Milosević felé a nyugat (a NATO) elszántságát a váltság megoldására. A jugoszláv katonai felső vezetés másik tévedése az volt, hogy az alakulat pilótáit közepes magasságú (3000 m) repülésre utasította, miközben figyelmen kívül hagyta a leginkább észszerűnek tűnő, kis magasságból támadásra és emelkedésre vonatkozó légi harcászati elveket. Ennek is köszönhetően a század később súlyos veszteségeket szenvedett el.

A támadó fél (NATO) javára szolt továbbá, hogy a légtérellenőrző repülőgépekkel (AWACS) támogatott jelentős létszámfölény mellett az NDK-tól „megörökölt” azonos típus révén a NATO-ban jól ismerték a MiG-29-esek fedélzeti lokátorának, valamint a földi irányítással való kommunikációjának a hatékony zavarási módszerét. Ennek kiküszöbölésére a szerb repülőgép-vezetők új taktikát alkalmaztak: feladva a hagyományos géppárformációt (parancsnok-kísérő), egyenként, a föld közelébe süllyedve, aktív radar használata nélkül, a földi irányítás alapján próbálták az észlelésüket elkerülni, majd – amikor már elég közel kerültek az R-73 rakéták 30 km-es maximális indíthatóságához – függőleges emelkedésből előnyös pozícióba

kerülve próbálták a KOLSz² lézeres infravörös célmegjelölő és rávezetőrendszer segítségével tüzet nyitni. Az ismert információk alapján a rövidesen megkezdődő Szövetséges Erő Művelet (OAF³) során MiG-29-esről nem történt éles rakétaindítás, aminek akár több esetben is műszaki meghibásodás lehetett az oka.

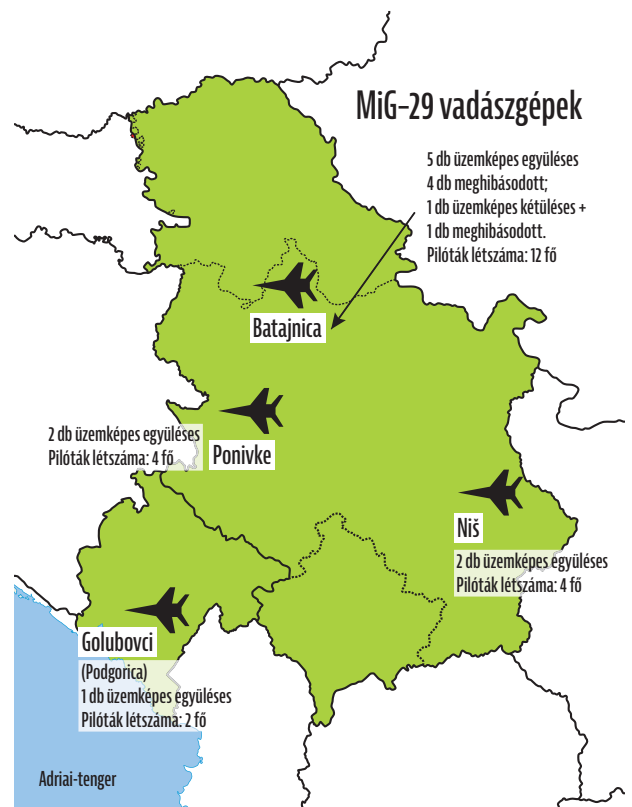
AZ ÉGBOLT VÉDELMEBEN

A légi hadműveletek Javier Solana NATO-főtitkár által történt bejelentésének éjszakáján, 1999. március 23-án a 127-es századot Szerbia több repülőterére széttelepítették a 8. ábrán látható megosztásban. Az üzemképes gépek széttelepítésével kívánták a lehető legnagyobb légteret lefedve oltalmazni. (8. ábra)

A NATO JSZK elleni, Allied Force elnevezésű légi hadművelete során a 127. „Lovagok” század MiG-29-esi súlyos veszteségeket szenvedtek el: légi harcban elveszítettek 6 gépet, balesetben súlyosan megrongálódott 1 gép. További 4 repülőgép – köztük az egyik kétüléses – a földön semmisült meg. Így a század állományából a harci cselekményeket 1999. június 10-én lezáró kumanovói egyezmény aláírása után mindösszesen 4 db együléses és 1 darab kétüléses gép maradt épségben és viszonylag üzemképesen.

Összességében elmondható, hogy röviddel az 1980-as évek végén történt beszerzését követően a balkáni ország mindenkorai felségjelzését viselő típus a délszláv válság kitörése után átesett a tűzkeresztségen. Az igazi próbatételt azonban – az egyre súlyosbodó alkatrészhiány mellett – a részben előbbiből is következő, pilótákban és repülőgépekben egyaránt kifejezhető harci veszteségek elszívódása jelentette, a mennyiségi és minőségi fölénnyben lévő NATO-erőkkel szemben vívott légi műveletekben, az 1999-es koszovói válság idején.

(Folytatjuk)



8. ÁBRA. A MiG-29-esek széttelepülése 1999. március 24-én a JSZK területén (A szerző szerkesztése [13] alapján)

HIVATKOZÁSOK

- [1] Билбија, Бојан. Како смо купили „миг 29” In. Politika 15.02.2015. <https://www.politika.rs/scc/clanak/319143/Kako-smo-kupili-mig-29> (Letöltve: 2024.4.9.);
- [2] Banković. Živojin. MIG-29 u RV i PVO Maketar plus 2017/2. pp. 28–47. <http://www.maketarplus.com/dokumenta/2017-02.pdf> (Letöltve: 2024.4.9.);
- [3] A kép forrása: https://ic.pics.livejournal.com/477768/45283359/11718707/11718707_original.jpg (Letöltve: 2024.4.17.);
- [4] Ahatović, Nedžad. MITOVI I LEGENDE O LOVCU MIG-29. (2015.03.05.) <https://militaristikablog.wordpress.com/2015/03/05/mitovi-i-legende-o-lovcu-mig-29/> (Letöltve: 2024.4.9.);
- [5] Zeljava légitámaszpont. <https://web.archive.org/web/20110318091343/http://www.zeljava.com/eng/index.html> (Letöltve: 2023.11.27.);
- [6] SOKO Novi-Avion. <https://aviationsmilitaires.net/v3/kb/aircraft/show/1577/soko-novi-avion> (Letöltve: 2023.11.27.);
- [7] A kép forrása: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4f/Bosnia_mig29.jpg (Letöltve: 2024.04.7.);
- [8] https://www.mycity-military.com/slika.php?slika=106324_69618939_127_lae_Vitezovi.jpg (Letöltve: 2024.4.9.);
- [9] Oppenheim, John, van der Wolf, Willem-Jan. Global war crimes tribunal collection, Volume 1, Part 1. Nijmegen, the Netherlands: Global Law Association, 1997, p. 404.;
- [10] A kép forrása: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vojska_Jugoslavije_-_RViPVO.svg (Letöltve: 2023.11.27.);
- [11] <https://www.flickr.com/photos/dimitrijeostojic/24873361669/in/photostream/> (Letöltve: 2024.04.29.);
- [12] Manolache, D., Chiş, C. (2015). NATO bombing in the former Republic of Yugoslavia. Scientific Research & Education in the Air Force-AFASES, 2015. https://www.afahc.ro/ro/afases/2015/afases_2015/air_force/Manolache_Chis.pdf (Letöltve: 2023.11.29.);
- [13] Dimitrijević, B., Draganić, J. Operation Allied Force. Air war over Serbia, 1999. Vol. 1. (Europe@War series No. 11.) Warwick, England. Helion Company Limited, 2021. 26. p.

² KOLSz – Sz-31E2. Egy optikai lézerrendszerrel kombinált, infravörös célmegjelölő és -követő rendszer, amely 1982-ben lépett szolgálatba a MiG-29 típuson. Az első olyan berendezés volt, amely passzív érzékelést és lézeres távolságmérészt alkalmazott. Míg a radar aktív rádióhullámok kibocsátását és vételét használta a kereséshez, követéshez és távolságméréshez, addig a KOLSz passzív infravörös hullámokat alkalmazott, valamint aktív fénykibocsátást és -vételt a távolságméréshez.

³ OAF – Operation Allied Force: a NATO által a Jugoszláv Szövetségi Köztársaság ellen 1999. március 24-én indított és június 10-én lezárult, 78 napos légi művelet, amelynek célja a szerb belügyi, katonai és félkatonai erők részéről a koszovói albánok ellen irányuló erőszak beszüntetése, a tartomány viszonyainak politikai (diplomáciai) úton történő rendezésének kikényszerítése.



7. ÁBRA. Födémhez rögzített rugókon függő elektromos kapcsolószekrények az NDK-beli Garzauban épített bunkerben (A szerző felvétele)

KIZMUS SZABOLCS*

HIDEGHÁBORÚS BUNKEREK

II. RÉSZ

Az egyre korszerűbb és pusztítóbb fegyverek megjelenése folyamatosan új kihívások elé állította a katonai és polgári életvédelmi létesítményeket tervező mérnököket és építészeket. Ezek a különleges és titokzatos építmények a hidegháború évtizedeiben terjedtek el a legnagyobb mértékben világszerte, de sajnos máig sem vesztek el jelentőségüket. Jelen részben a szerző folytatja a keleti blokk védett létesítményeinél alkalmazott építési technológiák ismertetését.

A hagyományos fegyverhatások elleni védelem legfontosabb elemei a megfelelően méretezett építményszerkezetek: a külső határoló falak, az alaplemez és a fedőfödém, amelyek vastagsága, a megkötött beton törőszilárdsága (azaz a dinamikus teher okozta legnagyobb feszültség) és

a beszerelt betonacélok meghatározták az adott objektum ellenálló képességét. Természetesen figyelembe kellett venni – nem telitalálat esetén – a létesítmény közelében a felszínen vagy akár a földbe hatoló és ott robbanó bombák hatásait is, amelyek szintén súlyosan megrongálhatták a határoló szerkezeteket. Jó példák erre Magyarországon a második világháborúban és az 1950-es években épült földfelszíni, kocka alakú vagy kör alaprajzú óvóhelyek, amelyek fal-, alap- és födémvastagsága elérte a 2,7 métert. (8. ábra) Egyes óvóhelyeknél egy energiaelnyelő közegként funkcionáló homok- és /vagy zúzottkőréteget alakítottak ki a vasbeton födém felett, amely egy esetleges bombatalálatkor nagymértékben tompította a betonszerkezetre közvetlenül ható erőket. Később a korszerűbb és

a rendeltetés szempontjából fontosabb bunkerek esetében gyakran már ún. törőréteggel alakították ki a födém, amelynek több verziója is ismert. Ez a technológiai megoldás különösen az NDK-ban, az 1970–80-as években épült, föld alatti objektumokra volt jellemző. (9. ábra)

A 10.a ábrán látható törőréteg maga a vasbeton fedőfödém, amelynek vastagságát a feltételezett bombatömeg és annak romboló hatása alapján méretezték. Az értéket meghatározta a betonromboló bomba behatolási mélysége, a robbanás következtében fellépő megsemmisítési zóna és a kihaladási zóna magasságának összege (a szétfúzódo betondarabok zónája a törőréteg alsó síkján). A törőréteg többméteres oldalirányú túlnyúlása megakadályozta, hogy egy ferdeszögben becsapódó és a talajba

* Hadtörténeti kutató, szakíró. ORCID: 0009-0001-5816-9090

hatoló bomba közvetlenül a külső fal mellett robbanjon. Mivel a túlnyúlás nem egyforma méretű volt, és a törőréteget szándékosan szabálytalan alaprajzúra tervezték, ez a megoldás torzította az alatta elhelyezkedő építmény kontúrját, vizuálisan megnehezítve a légi és műholdas felderítést, azonosítást.

A 10.b ábrán a félemelettel kialakított törőréteg a fedőfödém és az objektum legfelső szintje feletti föld között kialakított 1–1,8 m belmagasságú tér látható, amelynek padlóját minimum 50 cm vastag homokkal vagy kavicsréteggel borították. Ez a homok- vagy „kavicspárna” elosztotta a detonációtól kiszakadó beton-törmelék ütközési terhelését a felső emeleti mennyezet nagyobb felületén. A katonai védett létesítmények tervezésekor ez volt a preferált változat, legalábbis ami a talajba süllyesztett, azaz nyitott munkagödörben történő építéseket illeti.

A 10.c ábrán az „úszó” törőréteg nem kapcsolódik közvetlenül a tényleges védőszerkezethez, így közöttük több méter vastag homok- vagy földréteg található, amely csillapítja a betonromboló bomba által keletkező nyomást és az ütközési energiát. A hátránya azonban, hogy egy atomfegyver robbanása épp az ellenkező hatást váltja ki, hiszen a lökéshullám által a törőréteget ért hirtelen túlnyomást az alatta lévő földréteg felerősíti, ezáltal sokkal nagyobb dinamikus terhelésnek kitéve a határoló szerkezeteket.

A bányászati technológiával – akár meglévő barlangokban is – kialakított óvóhelyek tervezésekor figyelembe vették a talajszerkezetet, a kőzet összetételét és annak vastagságát. Ennek függvényében szükséges lehetett a járatok akár több méter vastag vasbeton boltozattal történő megerősítése. [14] (9. ábra)



8. ÁBRA. A MÁV egykori vezetési pontja Budapesten, a ferencvárosi vasúti pályaudvar mellett. A BGS típusú négyzetes, földfelszíni „kocka” óvóhely jelenleg kiállítóhely (A szerző felvétele)

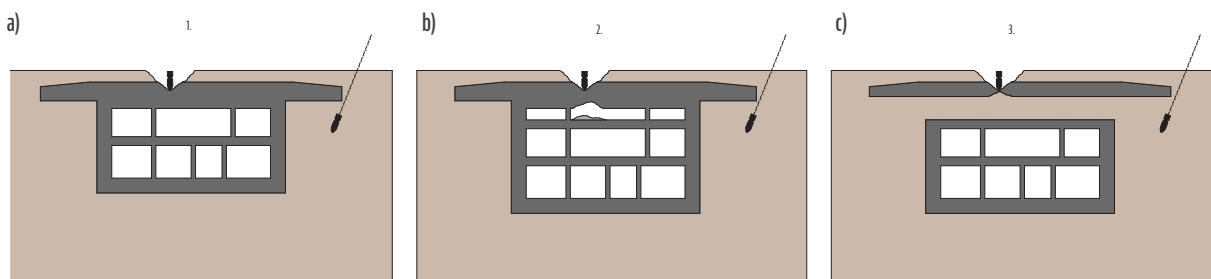
Az atomfegyverek hatásai ellen azonban már jóval összetettebb védelemi rendszerre volt szükség. Az objektumok védőszerkezeteire ható nyomásterhelések számításakor hamar kiderült, hogy azok abszolút védelme a nukleáris fegyverek közvetlen találataival szemben nem lehetséges (kivéve, ha több száz méter mélyen épültek, és megépítésük az akkori hadtudományi ismeretek alapján csak a megsemmisítési zónán kívül volt gazdaságilag indokolható és biztosított). A védőképesség szerinti legmagasabb, azaz „A” osztályba sorolt létesítmény egy 100 kt hatóerejű robbanás epicentrumától számított 340 m sugarú körön belül 25 kp/cm²-nél nagyobb túlnyom-

másnak lett volna kitéve, amelynek nem tudott volna ellenállni, ahogy a rendkívüli, több ezer Celsius-fokos hősugárzásnak sem, így ezen a zónán belül nagy valószínűséggel teljesen megsemmisült volna. Ezt követően, az abszolút védelem hiányában, a relatív védelem lett a számítások elméleti alapja, azaz a bunkereket úgy tervezték és építették, hogy atomrobbanásakor az epicentrumtól meghatározott távolságban biztosítsanak védelmet az emberek számára. [15]

A védett létesítmények tervezésekor már az 1960-as években figyelembe vették az érintkezési detonációkból eredő becsapódási vagy lökéshullám által generált dinamikus



9. ÁBRA. A Malachit fedőnevű létesítmény 1976-ban került az NDK Honvédelmi Minisztériumához, és az 1980-as évek elején tovább bővítették, korszerűsítették. Az ekkor már KL-12 (Komplexlager) elnevezésű raktár egy részében tárolták a Nyugati Stratégiai Irány lőszerkészletének jelentős részét (A szerző felvétele)



10. ÁBRA. A törőréteggel kialakított földem szerkezeti megoldásai (A szerző szerkesztése)

hatások eredményeit. A levegőben indukált és a talajban visszaverődő szizmikus hullámok rendkívül intenzív terhelést fejtenek ki az épületszerkezetre, különösen lazább szerkezetű talajban, amelynek figyelmen kívül hagyása súlyos személyi sérülésekhez és a szerkezetek jelentős károsodásához vezethet. Ennek oka a hullámterjedés sebességének eltérő mértéke a talajban és a vasbeton szerkezetekben, valamint a földben, akár nagyobb mélységben lévő „reflexiós síkokról” (különböző szilárdságú, összetételű kőzetfelületek, talajvízszint) visszaverődő lökeshullám-impulzusok, amelyek a föld alatti építmény hirtelen történő elmozdulásához, sérüléséhez vezethetnek, hasonlóan a földrengéskor fellépő erőhatásokhoz. Az ütésszerű terhelések, szerkezeti rezgések kompenzálására speciális lökés- (lengés-) csillapítók, rugós tagok felszerelése jelentette a műszaki megoldást, amely leginkább a magasabb védőképességű katonai objektumok esetében volt jellemző. Amennyiben az építményt érő tervezett g-terhelés értéke meghaladta az egyes berendezések, gépészeti elemek, rendszerek meghatározott „ütéstűrését”, szükség volt acélrugós csillapítók vagy gumi-ütőközlők alkalmazására, akár komplett platformok (emelvények) kialakításával a bunkerben belül, amelyek képesek voltak vízszintes és függőleges irányban is bizonyos mértékű elmoz-

dulásra. (11. ábra) Ezzel a technológiával nemcsak a rugószerelvényekre ültetett vagy csillapítókkal, acélsodronyokkal függesztett platformokra rögzített, üzemeltetés szempontjából nélkülözhetetlen gépészeti berendezések zavartalanabb működését lehetett biztosítani, hanem az objektumokban dolgozó személyi állomány biztonságát is növelték, például a mennyezethez erősített emeletes ágyakkal. A legmagasabb védetségű szintbe sorolt föld alatti építmény egy lökeshullám következtében fellépő 15 g nagyságú, függőleges irányú terhelést tudott az emberek és a gépészeti berendezések által is lényegesen könnyebben tolerálható 1–3 g értékre tompítani. Ugyanez az érték vízszintes irányú erőhatás esetében 6 g-ról 1 g-re történő csökkenés volt. Az 1970-es évektől a spirálrugók mellett már jóval kifinomultabb rugózási mechanizmusként pneumatikus amortizátorokat is alkalmaztak, amelyeket nagynyomású nitrogéngázzal töltöttek meg. Ez utóbbira kiváló példa az egykori NDK-beli Prenden melletti „Honecker⁵-bunker”. [16]

Az épületszerkezetekre ható lökeshullám és az akár több irányú statikus nyomás ellen (amelyet egy ún. dinamikus együttható segítségével határoztak meg, és amely körülbelül kétszerese volt a valós túlnyomás értékének) további védelmet jelentett: a levegőbefúvó és -elszívó szerelvények ha-

tékony nyomáscsökkentő berendezésekkel történő ellátása; a megfelelően méretezett bejáratok, védőajtók beépítése; a közmű- és az elektromos vezetékek, a kommunikációs kábelek, az üzemanyagcsövek külső átvezetéseinél azok rugalmas kialakítása a megfelelő mozgásszabadság figyelembevételével; az épületrészek megtörése a vészkijáratoknál és a bejárat helyiségcsoportoknál, illetve nyomáscsökkentő kamrák kialakítása.

A nukleáris robbanás által generált túlnyomás elleni védelem mellett tervezni kellett a hő- és a radioaktív sugárzás, az elektromos hálózatok, rendszereket túlfeszültséggel megbénító elektromágneses impulzusok (EMP – electromagnetic pulse) [20], valamint a vegyi és biológiai harcanyagok hatása ellen is. A bunkerben, valamint az építmény körül a felszínen több helyen telepített érzékelők, a hőmérséklet-, légnyomás- és sugázmérő műszerek a meghatározott tartományon kívül mért értékek esetén a másodperc tört része alatt aktiválták az objektumba szerelt védőberendezéseket, elzáró szelepeket, csappantyúkat, és a beépített elnyelősűrők megakadályozták a levegőben lévő szennyezett, radioaktív anyagok, porszemcsék bejutását a lezárt, izolált belső térbe.

A különböző fegyverhatások elleni komplex védelem és az állandó üzemeltetési készenlét biztosítása folya-



11. ÁBRA. a) A keletnémet pártvezetés részére 1976 és 1983 között épült 17/5001 számú ún. „Honecker-bunker” a Berlintől északra fekvő Prenden mellett található.

A kék és piros színű festett jelek az adott lengéscsillapító teherbírását jelentik: a piros 4 tonna, a kék 2,8 tonna.

b) Az egykori NDK honvédelmi minisztériumának Harnekop melletti védett vezetési pontjában lévő, rugókra függesztett élelmiszertároló hűtőkamra (A szerző felvételei)

⁵ Erich Honecker (Neunkirchen, 1912. augusztus 25. – Santiago de Chile, 1994. május 29.) német kommunista politikus, az NSZEP központi bizottságának főtitkára, az NDK államtanácsának elnöke.



12. ÁBRA. A felbemaradt építésű 1180-as objektum a moldovai Oliscani falu közelében. A legfelsőbb szintű szovjet és a Varsói Szerződés Egyesített Fegyveres Erői (VSZ EFE) főparancsnokságok részére az 1980-as évek közepétől kezdődött az „újgenerációs” harcoveretési pontok építése, amelyek merőben más szerkezeti kialakításúak voltak, mint elődeik (Forrás: Shutterstock)

matos hadtudományi és műszaki kihívást jelentett a kutatóintézetek, a mérnökök és nem utolsósorban az építő alakulatok számára a védett létesítmények tervezési és kivitelezési szakaszában egyaránt. Ezek az objektumok a méretüktől, kialakításuktól és védettségi besorolásuktól függően 2–5 éves építési időt igényeltek. Az átadást követően a szerkezet, valamint a műszaki rendszerek működőképességét minden részletre kiterjedő, 24–36 órás próbaüzem során ellenőrizték, és az eredményeket jegyzőkönyvben rögzítették. [17]

ÚJ ÉPÍTÉSI TECHNOLOGIÁK BEVEZETÉSE A SPECIÁLIS ÉPÍTMÉNYEKNÉL

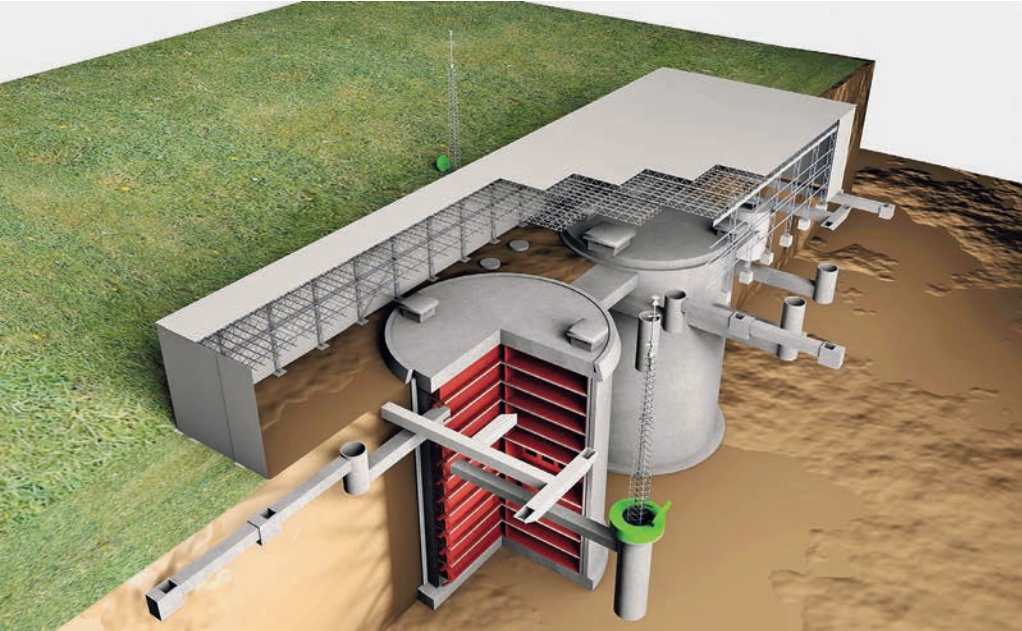
Az 1980-as évek elején a katonai és kormányzati szektorban dolgozó tervezőirodák, kutatóintézetek számára új igények fogalmazódtak meg a hadsereg és a minisztériumok részéről. A precíziós fegyverek rohamos modernizációjával és a felderítési módszerek hatékonyságának növekedésével elkerülhetetlenül számolni kellett az újgenerációs védett létesítmények tervezésekor. A korábbi évtizedekben épült parancsnoki központok, harcálláspontok nyílt munkagödörben történő építése, azaz nyílt árkokban történő, akár több évig tartó kivitelezése már nem felelt meg a föld alatti létesítmények ellenálló képességének nö-

velésére vonatkozó igényeknek. A különleges rendeltetésű objektumok és államvédelmi szempontból kiemelten fontos (és titkos) építkezési folyamatok az egyre kifinomultabb és érzékenyebb felderítési technológiával történő megfigyelésének lehetőségei új követelményeket támasztottak az álcázás minőségével szemben. Elengethetetlenné vált az adott helyszín megfelelő és hitelesnek tűnő elrejtése a kivitelezés teljes fázisában, amit elsősorban új építési technológiák bevezetésével lehetett elérni. Legalább ennyire fontos és megoldandó feladatot jelentett a szerkezetek védőképességének jelentős növelése.

Az elméleti vizsgálatok és a gyakorlati tesztek eredményeként kialakult az új irányvonal, amely a sokszintes, henger alakú védőlétesítményekben öltött testet. A keleti blokkban a Szovjetunió járt élen az új típusú konstrukciók tervezésében, valamint az 1980-as évek derekától kezdődően az építésében is. Az NDK-ban megvalósíthatósági tanulmányok igazolták, hogy a korábban legmagasabb, azaz „A” osztályú bunkerekhez képest az ún. „aknatípusú védett létesítmény” (SSB-90 Schacht-Schutzbauwerk 90) legalább kétszer akkora, 50 kP/cm² (4,9 MPa) nukleáris detonációból eredő túlnyomásnak, valamint 2500 kg-nál nagyobb tömegű betonromboló bomba közvetlen találatának

képes ellenállni. [15] Ezeket az építményeket a legmagasabb szintű parancsnokságok számára tervezték, azonban alig néhány helyszínen jutottak el az építkezés és a műszaki átadás végső fázisába. A Varsói Szerződés Egyesített Fegyveres Erői (VSZ EFE) a NATO ellen vizionált háborút Európában ún. „Stratégiai irányok” szerint (mivel a szovjet katonai vezetők – a Kreml jóváhagyásával – Európát különböző hadszínterekre osztották), azokon belül pedig frontparancsnokságok irányításával tervezték megvívni. Első ütemben az ilyen feladatú vezetési pontok, főparancsnokságok, valamint a Szovjetunió Katonai Körzeteinek parancsnokságai, illetve a Stratégiai rakétaerők magasabbegység-harcálláspontjai számára építettek új technológiával tervezett, jellemzően 6–9 szintes, nem egy esetben 10–12 szint mélységű föld alatti létesítményeket. A kialakítandó akna mélységét természetesen nagyban befolyásolta a talajszerkezet és a talajvízszint mértéke, ezért a helyszín kiválasztásakor – számos egyéb szempont mellett – figyelembe vették az előzetes talajmechanikai vizsgálatok eredményeit. (13. ábra)

Az újgenerációs bunkerek jellemzője (3. táblázat) volt, hogy a munkafolyamatok az álcázás miatt fedett konstrukcióban, az építési helyszín fölé épített hatalmas, könnyűszer-



13. ÁBRA. A 3D-s számítógépes grafikán látható 8-12 szintes, henger alakú védett létesítmények a felszínen már korábban elkészült óriási méretű csarnokok alatt épültek a mai Oroszország, Fehéroroszország, Moldova, Ukrajna és Azerbajdzsán területén (Készítette: Tobias Knauf)

kezetes csarnok alatt történtek, biztosítva az objektum kéműholdak és felderítő repülőgépek előli rejtését és a tényleges rendeltetés álcázását. Ami magát az építményszerkezetet illeti, az akár 55–60 méter mély és 30–35 m átmérőjű, kör alapú akna védőfalazata több rétegben készült előregyártott, majd összecsavart vasbeton tübbing elemekből⁶ és a helyszínen öntött betonból, a külső síkon biztosítva a megfelelő vízzárást. Ezeket az öntöttvasból vagy szinte teljesen vízzáró vasbetonból készült íves falelemeket leginkább alagutak, metrók építésénél alkalmazták. A belső oldalon merevítő bordákkal rekeszekre osztott tübingelemeket a bordázaton kialakított furatokon keresztül csavarokkal erősítik egymáshoz.

Ezen a függőleges aknán belül került sor a szintekre osztott, vasbeton

tartószerkezetű bunker kialakítására, amelynek külső és belső vasbeton falazatait, a födémek alsó-felső síkját a teljes felületen 5–10 mm vastag acéllemez burkolattal fedték. A már említett EMP elleni hatékony árnyékolás miatt a tübbinghéj belső síkja is ilyen acélburkolatot kapott. [20]

Abban az időben szintén korszerű és alkalmazott technológiai újításnak számított, hogy a belső, többszintes védőszerkezetet rendkívül erős lengéscsillapítókkal, rugókkal, csuklós karokkal, illetve támaszokkal rögzítették a külső héjhoz és a vasbeton alaplemezhez, amely komplett modulként képes volt bizonyos mértékű elmozdulásra, így jóval ellenállóbb volt a talajban keletkezett szeizmikus lökéshullámokkal szemben.

Általában két „bunkerakna” készült egymás mellett; az egyikben kapott helyet a védett létesítmény

működését, üzemeltetését biztosító gépészet, az üzemanyag-, olaj- és víztárolók, valamint a különböző ellátórendszerek, míg a másikban a munka- és pihenőszobák, kommunikációs platformok, az ellenőrző- és vezérlőközpontok, irányítóhelyiségek és maga a harcálláspont. A két egységet több szinten is közlekedőfolyosók, átjárók kötötték össze. [18]

Az NDK-ban is terveztek a megnövekedett műszaki igényeknek megfelelő védett szerkezeteket, ezek között szerepelt a „hagyományosnak” mondható technológiával, de már álcázó épület/csarnok alatt épülő létesítmény, valamint az említett „aknatípusú”, SSB–90 jelzésű, „S” védeltségi kategóriába sorolt védőszerkezet is. Az előbbire példa a keletnémet hadsereg 1. légvédelmi hadosztályának Kolkwitzban elkezdett új, impozáns harcálláspontja, amelynek építése 1989-ben kezdődött a régi létesítménytől alig pár száz méterre felhúzott csarnok alatt. Az SSB–90 prototípus kivitelezésének megvalósítását csak 1990-ben tervezték egy másik helyszínen, azonban arra már nem került sor, ahogy a kolkwitzi parancsnokság sem készült el teljesen. A Szovjetunióban elkezdett monumentális, újgenerációs bunkerépítkezések szintén befejezetlenek maradtak, hiszen a grandiózus elképzeléseket felülírta az ország összeomlása és a rendszerváltás. [19]

(Folytatjuk)

3. TÁBLÁZAT. A hagyományos és az új technológiával épített objektumok előnyei, hátrányai (A szerző szerkesztése)

Szemponatok	Hagyományos építési technológiával épült védett objektum	Új technológiával épült „aknatípusú” védett létesítmény
Előnyök	– megvalósult építkezések tapasztalatai, – rendelkezésre álló tervek, technológia, építőelemek, szerelvények, – egyszerűbb kivitelezhetőség	– műszakilag korszerűbb konstrukció, – anyagtakarékosabb kivitelezés, – nagyobb védeltségi szint, – hatékonyabb álcázás, – kisebb építkezési terület
Hátrányok	– kevésbé hatékony álcázás, – nagyobb építkezési terület, – nagyobb mennyiségű építőanyag-igény	– bonyolultabb, nehezebben kivitelezhető szerkezet, – magasabb képzettségű szakemberigény, – magasabb tervezési és építési költség

⁶ Öntöttvas vagy vasbeton gyűrűk alagút vagy bányakna falának biztosítására.

HIVATKOZÁSOK

[14] Földalatti terek kiépítésének polgár védelmi irányelvei. Budapest: Polgári Védelem Országos Parancsnokság, 1964;

[15] Deim, H. W., Kampe, H. G. Kampe, J., Schubert, W. Die Militärische Sicherheit der DDR im Kalten Krieg, Berlin, 2008;

[16] Bergner, Paul. Befehl „Filigran”, Basdorf, 2008;

[17] Poschwalow, J., Rentsch P. H., Gehlert, G. An vorderster Front I, Frankfurt (Oder) – 2012;

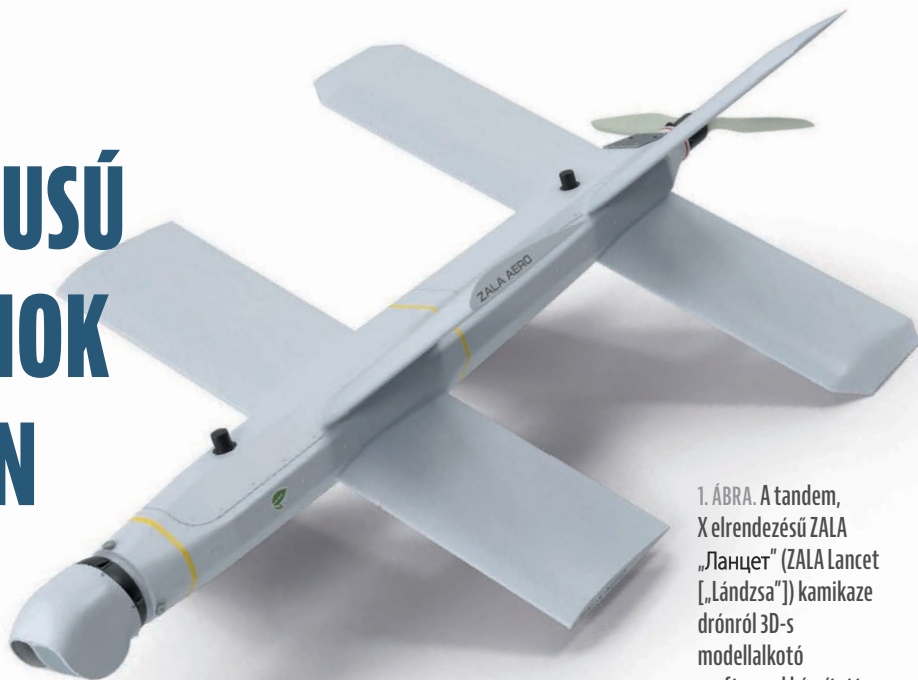
[18] Kunze, Thomas. Russlands Unterwelten – Eine Zeitreise durch geheime Bunker und vergessene Tunnel, Berlin, 2008;

[19] Bergner, Paul. Atombunker im Kalter Krieg und das Programm Delphin, Meiningen, 2007;

[20] Szalai János. A speciális erődtitési létesítmények elektronikus berendezései elektromágneses impulzus elleni védelmének szükségessége. Műszaki Katonai Közlöny, 2004. 1–4. szám.

OZSVÁTH SÁNDOR*

ZALA LANCET TÍPUSÚ KAMIKAZE DRÓNOK AZ OROSZ-UKRÁN HÁBORÚBAN



1. ÁBRA. A tandem, X elrendezésű ZALA „Ланцет” (ZALA Lancet [„Lándzsá”]) kamikaze drónról 3D-s modellalkotó szoftverrel készített illusztráció (Forrás: Shutterstock)

Összefoglalás: Az orosz–ukrán háború bebizonyította, hogy a modern hadviselés egyik meghatározó eleme a drónokkal vívott légiháború. Oroszország kezdeti hátrányát ledolgozva modern kamikaze drónokat vetett harcba 2023 tavaszán. Ezeknek az intelligens eszközöknek első képviselője az orosz ZALA cégcsoport által kifejlesztett Lancet drón.

Kulcsszavak: UAV, dróntámadás, légvédelem, orosz–ukrán háború, kamikaze drón, Lancet

Abstract: The Russian-Ukrainian war has proved that one of the defining elements of modern warfare is aerial warfare fought with drones. Overcoming its initial disadvantage, Russia launched modern kamikaze drones into battle in the spring of 2023. The first representative of these smart devices is the Lancet drone developed by the Russian ZALA company group.

Keywords: UAV, drone attack, air defence, Russian-Ukrainian war, kamikaze drone, Lancet

A közösségi médiában és a videómegosztó portálokon 2022 telén és 2023 első felében látványos felvételek jelentek meg. Az ukrán hadszíntér Krím félszigetén határos Herszon régiójában orosz gyártású kamikaze drónok semmisítették meg különféle páncélozott célokat. A becsapódó eszközök (részben saját maguk által készített) felvételein részletesen kivehetők voltak a Leopard 2 típusú harckocsik [1] és egyéb nyugati gyártású harcjárművek. A látványos felvételek hatalmas propagandaértékkel bírtak az orosz kormány számára, hiszen a világ közvéleménye előtt nyilvánvalóvá tették, hogy a gyakran túlértékelt, „csodafegyvernek” tartott eszközök igenis megsemmisíthetők, legyőzhetők. Cikkünk témája az orosz Kalasnyikov konszernhez tartozó ZALA Aero Group vállalat által fejlesztett Lancet típusú loitering

(cirkáló, settenkedő) rendszerű kamikaze drón, amely az első ilyen jellegű fegyverrendszer az orosz haderő arzenáljában. (2. ábra)

Rendszerbeállításuk hadművelleti és technológiai szempontból is jelentős előrelépés, hiszen ezek az új típusú fegyverrendszerek képesek az önálló döntéshozatalra az előre meghatározott algoritmusoknak megfelelően. Angol elnevezésükből adódóan a művelési terület fölött „cirkálva” választják ki a célpontjait, majd önállóan dolgozzák ki a támadás (azonosítás, megközelítés és becsapódás) módját, a célok lehető leghatékonyabb megsemmisítésének a figyelembevételével.

Az orosz–ukrán háború kezdeti szakaszában elszenvedett veszteségek gyorsan kijózanították az orosz hadvezetést. Világossá vált, hogy a kézi páncéltörő eszközök hatásos tűztávolságán túl szükség van egy olyan rendszerre, amely képes nagyobb mélységben pusztítani a páncélozott célokat, erősítéseket. A modern FIM-92 Stinger hordozható légvédelmi rakéta nagyobb számú megjelenése miatt [2] ez a „klasszikus” feladat a harci helikopterek és csapatrepülők számára egyre nagyobb veszélyt jelentett, ezért ezzel párhuzamosan egyre nagyobb igény mutatkozott egy modern, cirkáló rendszerű kamikaze drón hadrendbe állítására. Erre a harctéri igényre adott választ a ZALA Aero.

Még mielőtt bemutatnánk a Lancet rendszert, érdemes egy kicsit szélesebb perspektívában áttekinteni azt a környezetet, ahol született. A Kalasnyikov konszern létrejötté ugyanis a tudatos orosz hadiipari gazdaságpolitikának volt köszönhető. Fegyveriparuk az elmúlt évtizedekben alapvetően más prioritások mentén fejlődött nyugati társaihoz képest. Ennek az egyedi fejlődésnek az egyik oka az elérhető piacok korlátozottsága, valamint a belső verseny hiánya. A kutatás-fejlesztés elsősorban központi irányításhoz köthető, az exportlehetőségek, illetve más kapcsolódó civil tényezők befolyásoló, ösztönző hatása pedig a nyugati hadiiparhoz képest alacsonyabb. Ez a szerkezet közgazdasági értelemben véve a hadiipari vállalatok számára nagyobb stressztűrő képességet biztosít, azonban közvetlen gazdaságélénkítő (multiplikátor jellegű) hatása jóval alacsonyabb.

* Katonai szakértő.
ORCID:
0000-0002-1043-7076

1. TÁBLÁZAT. A ZALA Aero Lancet-1 és Lancet-3 típusú eszközeinek főbb jellemzői (A szerző szerkesztése [8] alapján)

Típus	ZALA Aero Lancet-1	ZALA Aero Lancet-3
Maximális felszálló-tömeg [kg]	5	12
Hatótávolság [km]	40	40
Harci rész tömege [kg]	1	3
Meghajtás jellege	elektromos	elektromos
Maximális repülési idő [min]	30	40
Maximális sebesség [km/h]	110	110
Ár [USD]	n. a.	35 000
Rendszerbe állítás éve	2020	2022

2. ÁBRA. Az orosz fegyveres erők drónhasználatának intenzitása tekintetében az egyik vezető helyet a Lancet-3 UAV foglalja el [10]

Maga a Kalasnyikov konszern két állami tulajdonú vállalat, az Izmash Fegyvergyár, illetve az Izsevszki Mechanikai Üzem fúziójából jött létre 2013-ban. A két nagyvállalat egyesítése mellett több kisebb vállalatot is beolvasztottak, így lett a cégcsoport része az izsevszki székhelyű ZALA Aero vállalat is. [3] Az összevonásnak nemzetgazdasági okai is voltak, hiszen az orosz hadiipar sajátosságai miatt nem volt megengedhető, hogy egymással párhuzamosan fussonak kutatás-fejlesztések. A cégcsoport feltőkésítése érdekében 2017-ben döntés született a magántőke bevonásáról, amelynek köszönhetően 2018-tól újabb forrásokat sikerült bevonni a már folyó programokba. Ez a stabilizáló hatású pénzügyi háttér segítette megteremteni azt a környezetet, amelyben a ZALA Aero hazai bázison meg tudta kezdeni az új generációs pilóta nélküli technológiák, illetve a különböző drónelhárító rendszerek fejlesztését.

Az űriparban tevékenykedő ZALA Aero már 2003 óta foglalkozott pilóta nélküli rendszerek fejlesztésével. Korai megrendelések azonban érdekes módon nem a katonai szektorból, hanem az olajiparból érkeztek. A cég első jelentős civil partnere ugyanis a világszerte ismert Gazprom volt. [4] Az energetikai óriásvállalattal közösen végrehajtott fejlesztéseknek köszönhetően merev szárnyú, pilóta nélküli rendszerekkel hatékonyan sikerült ellenőrizni a cég kiterjedt csővezeték-hálózatát, míg a jégtörő hajókra telepített „felderítő” rendszerekkel az olajszállító tankerek téli hajózását tudták támogatni. A Kalasnyikov konszern többi tagjától eltérően a ZALA Aero a civil piacon is eredményesen tevékenykedett, amely nemcsak pénzügyileg, hanem a kutatás-fejlesztés terén is éreztette pozitív hatását. Ebben az orosz hagyományoktól eltérő, szokatlanul innovatív környezetben kezdte a vállalat fejleszteni első, cirkáló rendszerű pilóta nélküli repülőgépét, valószínűleg 2014 környékén. Az újonnan kifejlesztett eszközt a Kubinkában (Moszkvától nyugatra, mintegy 60 km-re fekvő város) megrendezett 2019-es katonai expón (nagyszabású kiállításon) ismerhettem meg a szakmai nagyközönség. Első harctéri bemutatkozására nem Ukrajnában, hanem Szíriában került sor. A kisszámú harctéri alkalmazás fő célja a műveleti körülmények közötti tesztelés lehetett, amelynek következtében ezekről a műveletekről nagyon kevés forrás áll rendelkezésre.

A ZALA LANCET TÍPUSÚ KAMIKAZE DRÓN

A repülőgép aerodinamikailag igen szokatlan, tandem, X elrendezésű szárnyal rendelkezik. Ez az elrendezés lehetővé teszi, hogy a kormányzást végző aerodinamikai felületek is jelentős mértékű felhajtóerőt termeljenek. Ebből a jellemzőből adódóan a Lanceteket a lehető legkisebb szárnyfelülettel lehetett megépíteni, a felületi terhelés jelentős növelése nélkül. A kisebb méret a vizuális felderíthetőség csökkentésén túl egyszerűbb, kompaktabb üzemeltetést is lehetővé tesz, ami elsősorban a földi előkészítést teszi egyszerűbbé. (2. ábra) Az eszköz szállítása a Magyar Honvédségben is rendszeresített Skylark 3 rendszerhez hasonló, műanyag, időjárásálló tárolórendszerben történik. Indítása mechanikus katapult alkalmazásával hajtható végre, amely nagyon hasonlít az orosz hadseregben felderítő feladatokra alkalmazott Orlan rendszer katapultjához. Akárcsak az Uvision Hero rendszer kifejlesztő Rheinmetall cégcsoport termékei esetében, a tervezők itt is igyekeztek azonos üzemeltetési struktúrával rendelkező dróncsaládban gondolkodni. Ennek a fejlesztési felfogásnak köszönhetően a Lancet két méretben épült meg. Az 1-es és 3-as változatok alapvetően tömegükben és teljesítményükben különböznek. (1. táblázat) Mint minden új orosz fegyverrendszernél, a Lancetek esetében sem találunk pontos, megbízható adatokat a képességekre és az üzemeltetésre vonatkozóan. A Washington, D.C. székhelyű Institute For Science and International Security elemzését megelőzően gyanítható volt, hogy a meghajtás és a különböző fedélzeti rendszerek alkotóelemei nem orosz gyártásúak (ezt a gyanút támasztotta alá a korábban tanulmányozott, iráni eredetű Shahedek vizsgálatainak eredménye is). A 2023 decemberében nyilvánossá tett jelentések [6] rávilágítottak arra a tényre, hogy a Lancet rendszerek több komponense is az EU-ban, Svájcban és az USA-ban készült. Ez alól egyedüli kivételt az akkumulátor és a kamerarendszer képez. Ez utóbbi valószínűleg a ZALA Aero saját fejlesztése, amely három fő egy-





ségből áll. Fő eleme a 16VHD60 jelzésű HD-kamera, amelyhez két további, ismeretlen képességekkel rendelkező hőkamera kapcsolódik.

Az orosz-ukrán hadszíntéren talált roncsokat vizsgálva igen hamar beazonosították, hogy a meghajtásról egy AXI 5330 Gold Line típusú, cseh gyártású villanymotor gondoskodik. A kisméretű, eredetileg verseny-repülőgépmodellekhez kifejlesztett, egyenáramú villanymotor szénkefe nélkül, neodímium mágnesekkel készült.

Meglepetésként érte a szakértőket, hogy a különböző külföldi eredetű elektronikai összetevők és részegységek többsége nem kínai, hanem amerikai és európai gyártású. A fedélzeti rendszerek támogatására fő platformként a kaliforniai székhelyű NVIDIA által gyártott Jetson TX2 modul építették be. Ez az egység alkalmas a mesterséges intelligencia aktív műveleti futtatására, amit valószínűleg a képfeldolgozás és az elektronikai harctevékenység terén végez. Pontos szoftveres képességeit nem ismerjük, azonban a drón fejlett elektrooptikai rendszereihez integrálva valószínűleg képes a különböző bonyolult rejtek felderítésére, valamint a célok hatékony beazonosítására, veszélyességük (vagy az előre meghatározott algoritmusnak megfelelő) rangsorolására. Szintén több mint valószínű, hogy hasonlóan aktív tevékenységet folytathat zavarás esetén is, ahol a mesterséges intelligencia támogatásával határozza meg a legoptimá-

lisabb frekvenciaváltásokat. A zavarás elleni védelmet tovább fokozza, hogy a Lancetbe beépítették a svájci eredetű U-Blox navigációs modul, amely képes használni a GPS-t, a Galileót, a kínai BeiDou és természetesen a GLONASS-t. Ezeknek az eltérő navigációs rendszereknek a váltogatását szintén a mesterséges intelligencia végezheti, így a hagyományos értelemben vett navigációs alapú rádióelektronikai zavarása igen nehéz lehet.

A mesterséges intelligencia ilyen téren történő használata egyben új műveleti lehetőségeket is teremt. A drónok több hullámban, rajokban történő alkalmazása esetén az első hullámban érkező egységek által szerzett adatok, a mesterséges intelligencia által végrehajtott gyors tanulási folyamatnak köszönhetően, már alapvetően meghatározhatják a második hullámban érkező raj által alkalmazott támadási profilokat. Bár az NVIDIA által gyártott platformok képesek ilyen jellegű rendszerek támogatására, egyelőre ilyen bonyolultságú támadásokat (még) nem látunk.

A globális alkatrészbeszerzéseknek köszönhetően a drónok fejlesztése gyökeresen eltér a hagyományos repülőgépipari fejlesztésektől. A különböző részegységeket (gyakran webáruházakban) megvásárolva egyfajta tervező, majd integráló tevékenységgé válik az új generációs eszközök fejlesztése.

Az ARMY 2023 haditechnikai fórumon mutatták be a *Ланцет, Изделие 53* (kiejtve Lancet, Izgyéljje 53, an-

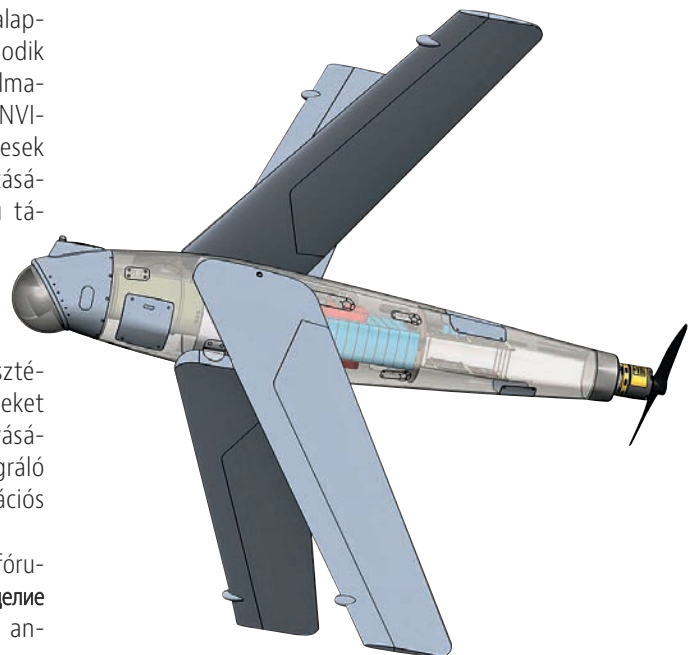
golra átírva Lancet Izdelije 53, magyarul Lancet, 53-as termék) néven a ZALA Aero legújabb kamikaze drónját. [7] (3. ábra) Az új eszköz aerodinamikai jellemzőit tekintve új vonalat képvisel. A repülőgép erősen nyílazott X szárnyelrendezésű, azonban a gyártó (a kisebb változatoktól eltérően) szakított a tandem elrendezéssel, így valódi érelemben vett vezérsíkokkal nem rendelkezik. Meghajtásáról egy tolólégcsavaron keresztül elektromos motor gondoskodik, konkrét teljesítménye nem ismert. (4. ábra) Az 53-as termék sajtóban megjelent képek alapján a Lancet-3-nál jóval nagyobb méretekkel rendelkezik. Tényleges fizikai paramétereiről nem állnak rendelkezésre adatok, a gyártó egyedül a harci rész tömegét (5 kg) adta meg. Kisebb társaitól eltérően indítása nem mechanikus katapulttal, hanem indítókonténerből történik, amely egy-, illetve négygépes kialakítású. A Lancet-1 és 3 műveleti alkalmazásáról viszonylag sok videófelvétel került fel a különböző videómegosztó portálokra, az 53-as termék azonban valószínűleg még a harctéri tapasztalatszerzés fázisában van, ebből adódóan a rendelkezésre álló információk nagyon szűkösek.

3.

Az orosz hadvezetés felismerte, hogy az újgenerációs rendszerek újgenerációs kezelőállományt is igényelnek. A legnagyobb videómegosztó portálok felvételeit elemezve észrevehető a merev szárnyú, pilóta nélküli eszközök üzemeltetési kultúrá-

3. ÁBRA. A ZALA Aero „Lancet 53-as gyártmány” néven gyártott legújabb kamikaze drónja és indítókonténer. A rajz nem hiteles, csupán a rendelkezésre álló fényképek alapján 3D-s modellalkotó szoftverrel készült grafika [11]

4. ÁBRA. Az 53-as termék szerkezetét ábrázoló rajzon látható a súlypontban elhelyezett akkumulátor és a tolólégcsavart meghajtó, szénkefe nélküli villanymotor. A rajz nem hiteles, a rendelkezésre álló fényképek alapján készült [11]





5.



6.

5. ÁBRA. A Lancet kamikaze drón a Kalasnyikov konszern standjánál az ARMY 2019 nemzetközi haditechnikai fórum megnyitóján a Patriot kiállítási központban [12]

6. ÁBRA. A Scalpel kamikaze drón indítóállványon [13]

jának változása. A rendszert üzemeltető operátorok kezében megjelentek az ellenőrző listák (checklistek), az eszközöket pedig pormentes körülmények között, gyakran sátrakban vagy konténerekben szerelik össze. Az operátorok nem viselnek harcászati felszerelést, eltűntek a sisakok és a repeszálló mellények. Ez a jelenség valószínűleg azzal is összefügg, hogy a kezelőállomány igyekszik kihasználni a drónok maximális hatótávolságát, és a műveleti területtől a lehető legnagyobb távolságból indítják azokat. A nagyobb távolságból történő alkalmazás segítségével ugyanis jelentősen csökkenthetik a felfedés, valamint egy esetleges (jellemzően tüzéségi) válaszcsapás kockázatát.

A Lancet kamikaze drónsaládról elmondható, hogy az egyik legkifinomultabb ilyen jellegű fegyverrendszer az orosz–ukrán hadszíntéren. Megjelenése bizonyíték arra, hogy az orosz hadiipar képes innovatív fejlesztések végrehajtására a harctéri dróntechnológia terén. (5. ábra) A rendszer bonyolultsága és ára miatt tömeges alkalmazása nem várható, azonban a nagy precizitást igénylő műveletek során valószínűleg továbbra is alkalmazásban marad. További fejlesztése elsősorban szoftveres oldalon valósulhat meg, különös tekintettel a mesterséges intelligencia által biztosított új lehetőségekre.

Egy 2024. márciusi hír szerint [9] Oroszország beindította a „Scalpel loitering munition system” (magyarul „Szike cirkáló lövedékrendszer”) tömeggyártását. A Vosztok Tervezőiroda pedig hivatalosan bejelentette, hogy megkezdődik a Scalpel (jelentése: orvosi szike) lövedék-

rendszer sorozatgyártása. A vállalat célja, hogy a folyó év végéig több ezer darab „szikét” gyártasson le. Ezeket az intelligens lőszereket a jövőben valószínűleg be fogják vetni az Ukrajnában zajló háborúban, ahol különféle pilóta nélküli felderítő eszközökkel működhetnek együtt. A 10,5 kg-os indító súlyú és 5 kg-os robbanófejjel rendelkező Scalpel 40 km-es hatótávval büszkélkedhet, és akár 120 km/h-s utazósebességet

is képes elérni. A tömeggyártás megkezdése előtt a Scalpel a gyártási költségek optimalizálása érdekében fejlesztéseken esett át, így a korábban használt Lancetnél költséghatékonyabb megoldást jelenthet.

A tömeggyártást azonban valós műveleti körülmények közötti tesztek fogják megelőzni, így valószínűleg 2025 őszen válik csak világossá, hogy milyen rendszerek kerülnek nagyobb mennyiségben sorozatgyártásba. ■

HIVATKOZÁSOK

- [1] Lancet-3 UAV 'Lances On' Two Leopard 2 Tanks As Ukraine's Counter-Offensive Grinds Down, The AurAsianTimes, <https://www.eurasiantimes.com/russias-kamikaze-uav-lancet-3-lances-on-leopard-2-tanks-as/> (Letöltve: 2024.4.23.);
- [2] Ukraine Is Receiving More Stinger Missiles From The U.S. At A Key Time, Forbes Magazine, <https://www.forbes.com/sites/vikrammittal/2024/03/23/ukraine-receiving-more-stinger-missiles-from-us-at-a-key-time/> (Letöltve: 2024.4.23.);
- [3] Kalashnikov Group, history, <https://en.kalashnikovgroup.ru/> (Letöltve: 2024.4.24.);
- [4] ZALA Aero, Military Wiki, https://military-history.fandom.com/wiki/ZALA_Aero (Letöltve: 2024.4.23.); <https://doi.org/10.22233/20412495.0524.23>;
- [5] How Russia's homegrown Lancet drone became so feared in Ukraine, The Kyiv Independent, <https://kyivindependent.com/how-russias-homegrown-lancet-drone-became-so-feared-in-ukraine/> (Letöltve: 2024.4.23.);
- [6] Institute for Science and International Security-Report, Russian Lancet-3 Kamikaze Drone Filled with Foreign Parts, https://isis-online.org/uploads/isis-reports/documents/Russian_Lancet-3_Kamikaze_Drone_Depends_on_Western_Parts_December_18_2023_FINAL.pdf (Letöltve: 2024.4.23.);
- [7] Sputnik International, Product-53: What are Capabilities of Next-Gen Variant of Russia's Lancet Kamikaze Drone? <https://sputnikglobe.com/20230816/product-53-what-are-capabilities-of-next-gen-variant-of-russias-lancet-kamikaze-drone-1112639748.html> (Letöltve: 2024.4.23.);
- [8] Lancet-3, https://armyrecognition.com/military-products/army/unmanned-systems/unmanned-aerial-vehicles/lancet-3-loitering-munition-kamikaze-drone-russia-data-fact-sheet?utm_content=cmp-true (Letöltve: 2024.4.23.);
- [9] Russia Launches Mass Production of Scalpel Loitering Munition, <https://www.thedefense.com/news-details/Russia-Launches-Mass-Production-of-Scalpel-Loitering-Munition/> (Letöltve: 2024.4.23.);
- [10] A kép forrása: <https://invoen.ru/obrazzi-vooruzheniya-i-voennoj-tehniki/bpla-lancet-3-kitajskaja-ozenka-po-svo/> (Letöltve: 2024.4.23.);
- [11] <https://3dexport.com/3dmodel-of-the-new-generation-lancet-m53-drone-product-53-464936.htm> (Letöltve: 2024.4.23.);
- [12] A kép forrása: Fotó: RIA Novosti/Mihail Voskresensky https://vpk.name/en/470753_sky-business-what-kind-of-drones-does-the-defense-ministry-rely-on.html (Letöltve: 2024.4.23.);
- [13] Defense Express „Russia is developing the Scalpel kamikaze drone, a cheaper analogue of the Lancet UAV” September 12, 2023, https://en.defence-ua.com/weapon_and_tech/russia_is_developing_the_scalpel_kamikaze_drone_a_cheaper_analogue_of_the_lancet_uav-7915.html (Letöltve: 2024.4.23.).

BOZSÓ ISTVÁN*

A MŰHOLDAS FÖLDMEGFIGYELÉS FAJTÁI ÉS PLATFORMJAI; AKTÍV MIKROHULLÁMÚ TÁVÉRZÉKELÉS

Összefoglalás: A műholdas földmegfigyelést bemutató cikkek sorát folytatva, ebben a cikkben a szerző bemutatja a műholdak fedélzetén megtalálható képalkotó műszerek tulajdonságait, illetve a műholdak Föld körüli pályáinak paramétereit. Ezt követi egy elméleti és történeti bevezető a radarképalkotás elméletébe, amelynek felhasználásával az elektromágneses spektrum mikrohullámú tartományában készíthetők felvételek a Föld felszínéről.

Kulcsszavak: földmegfigyelés, űrtechnológia, szintetikus apertúrájú radar, mikrohullám, műholdak

Abstract: Continuing the series, this article reviews the main attributes of the mounted imaging sensors and orbits of Earth observing satellites. This is followed by an introduction to the theory and history of radar imaging, which enables the acquisition of images of the surface of the Earth in the microwave band of the electromagnetic spectrum.

Keywords: earth observation, space technology, synthetic aperture radar, microwave, satellites

A földmegfigyelést végző műholdak egyik legfontosabb jellemzője, hogy a fedélzetére milyen típusú és tulajdonságú képalkotó műszereket (kamerákat, radarantennákat) integráltak. Itt fontos megjegyezni, hogy egy földmegfigyelést végző műholdon általában több, az elektromágneses spektrum számos tartományát lefedő képalkotó műszer is megtalálható. A továbbiakban a mérési elvek és módszerek legfontosabb jellemzőit mutatom be.

AKTÍV ÉS PASSZÍV TÁVÉRZÉKELÉS

A műholdas földmegfigyelés történetét tárgyaló korábbi cikkben (Haditechnika 2024/2. szám) már említettünk egy lehetőséget a műszerek kategorizálására attól függően, hogy mi a Föld felszínéről visszaverődő jel forrása. Ha a műhold maga bocsátja ki az elektromágneses hullámot, abban az esetben aktív távérzékelésről beszélhetünk; amennyiben az elektromágneses hullám valamilyen más forrásból származik (tipikusan ilyen a visszavert napsugárzás), azt passzív távérzékelésnek nevezzük.

Az aktív távérzékelés előnye, hogy a külső forrástól függetlenül bármely napszakban képes képet alkotni a Föld felszínéről, valamint nem érzékeny az árnyékokra. Hátránya, hogy jellemzően kevesebb tematikus információt szolgáltat, és számottevően megnöveli a műhold energiafogyasztását. Az utóbbit általában nagyobb felületű napelemekkel és megnövelt kapacitású fedélzeti akkumulátorokkal kompenzálják. A passzív távérzékelés előnyei és hátrányai az aktív távérzékelés hátrányának és előnyének fordítottjai: a passzív távérzékelés esetén nincs szükség megnövelt kapacitású akkumulátorra és napelemekre, azok a műszerek azonban csak bizonyos napszakokban és felhőborítottságtól mentes területekről képesek megfelelő minőségű és felbontású képet alkotni.

romágneses hullám valamilyen más forrásból származik (tipikusan ilyen a visszavert napsugárzás), azt passzív távérzékelésnek nevezzük.

OPTIKAI ÉS MIKROHULLÁMÚ TÁVÉRZÉKELÉS

Szintén a korábbi cikkben ismertettük az ún. atmoszferikus átlátszatlansági fogalmát. Ez a mennyiség azt jellemzi, hogy egy adott hullámhosszon az elektromágneses sugárzás energiájának mekkora hányada nyelődik el az atmoszférában. Az atmoszferikus átlátszatlansági értékeket hullámhossz szerint vizsgálva megállapítható, hogy elsősorban két nagyobb tartományban végezhető műholdas távérzékelés. Az egyik tartomány az infravörös, a látható fény és a közeli-ultraibolya hullámhossz tartománya, a másik a rádióhullámok tartománya. A legtöbb műhold, amely az optikai tartományban végez képalkotást, a Nap által kibocsátott elektromágneses sugárzás Föld felszínéről visszavert komponensét használja fel képalkotásra, tehát passzív távérzékelést végez. A passzív optikai távérzékelést végző műholdakra példa a Landsat-9 [1], illetve a Sentinel-2 [2] műhold. A Landsat-9 műhold, amelyet 2021-ben bocsátották pályára [1], 15, 30 és 100 méteres felbontással [3] készít felvételeket bolygónk felszínéről, amelyet elsősorban a földfelszín-borítottság kategorizálására és a borítottság dinamikájának feltérképezésére használnak. A Sentinel-2 műholdak (Sentinel-2 A és Sentinel-2 B) pályájukat és érzékelő műszereiket tekintve a Landsat-8 műholdhoz hasonlíthatók.

A mikrohullámú tartományban történő képalkotás során sok esetben a műhold bocsátja ki a földfelszínről visszaverődő elektromágneses hullámot, így aktív távérzékelésről beszél-

* Tudományos segédmunkatárs, MSc, Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet, HUN-REN. ORCID: 0000-0001-8254-1828

¹ A szakirodalomban: atmospheric opacity.



hetünk. Az aktív távérzékelést végző radarműholdak általában ún. szintetikus apertúrájú radar (röviden SAR)² [4] (nevezik még apertúraszintézises radarnak) módszerrel vizsgálják a földfelszínt. Erről a távérzékelési módszerről a továbbiakban bővebben lesz szó. A Copernicus-program Sentinel-1 [5] műholdja SAR-felvételeket készít bolygónkról, aktív távérzékelést folytatva, míg a NASA Aqua [6] műholdjának AMSR-E [Advanced Microwave Scanning Radiometer for Earth Observing Systems (EOS) – mikrohullámú letapogató sugármérő a Földet megfigyelő rendszerek számára] műszere 6 mikrohullámú frekvenciájában, passzív módon végezte a Föld vízciklusának megfigyelését.

TEREPI FELBONTÁS ÉS LEFEDETT TERÜLET

A műszer terepi felbontása azt jellemzi, hogy mekkora felszíni terület felel meg a műszer által alkotott kép egy adott pixelének. A terepi felbontást sokszor egyetlen számmal szokták jellemezni, amely annak a négyzet alakú terület egyik oldalának hossza, amely négyzetnek területe megegyezik egy képpixel által lefedett területtel. Fontos megemlíteni, hogy sok esetben a lefedett terület nem négyzet, hanem téglalap alakú, ekkor a téglalap oldalhosszaival jellemezhető a terepi felbontás. Ezen a ponton érdemes egy másik paraméterről is említést tenni, mégpedig a lefedett területről. A lefedett terület egy műholdkép által leképzett terület nagyságát jelenti, amely növelhető a műhold pályamagasságának növelésével, mivel így a műhold és a megfigyelt felszín távolsága növekszik, a műhold nagyobb területre „lát rá”. A pályamagasság növelésével azonban sokszor egy adott pixel által lefedett terület is megnövekszik, így a felszíni felbontóképesség csökken. Tehát a terepi felbontás és a lefedett terület sok esetben fordítottan arányos, azaz minél nagyobb

területet fedünk le, annál rosszabb a terepi felbontásunk, és fordítva. A fentebb leírtak szerint a lefedett terület és a felszíni felbontás elsősorban a műhold pályájának a függvénye, de függ a műszer paramétereitől és a képközpontú eljárástól is.

SPEKTRÁLIS FELBONTÁS

A spektrális felbontás fogalmát az optikai távérzékelés területén alkalmazzák. A spektrális felbontás azt jellemzi, hogy a képközpontú műszer(ek) az elektromágneses spektrum mely hullámhossztartományain végzi(k) a képközpontú. Beszélhetünk multispektrális műszerekről, amelyek általában néhány (3–10) szélesebb hullámhossztartományt fednek le (1.a ábra), illetve hiperspektrális műszerekről (1.b ábra), amelyek több 10–100 vagy akár 1000 keskenyebb (10–20 nm) hullámhossztartományt fednek le, a multispektrális képközpontúsnál jobb spektrális felbontást szolgáltatva. [7] Minél jobb minőségű a spektrális felbontás, annál könnyebben lehet elkülöníteni felszíni objektumokat egymástól (pl. talajjellemzők vagy mezőgazdasági művelési ágak), illetve azok tulajdonságait vizsgálni (pl. kémiai összetétel) [8]. A hiperspektrális műszerekkel készített képek segítségével tehát sokkal részletesebben lehet vizsgálni a felszínborítottságot, illetve annak időbeli fejlődését, továbbá sokkal részletesebb képet kaphatunk pl. arról, hogy a vizsgált területen található vegetáció a Nap elektromágneses sugárzásának mely részét, milyen arányban nyeli el (abszorbeálja). Abszorpciós tulajdonságok alapján pedig vizsgálni lehet, pl. a terménynövények állapotát, hogy egészségesek-e, illetve fejlődésük mely fázisában járnak.

VISSZATÉRÉSI IDŐ

A műhold Föld körüli pályájától függően több nap is eltelhet két, egyazon területet lefedő kép elkészülte között. Ezt az időtartományt jelöli az időbeli

felbontás vagy a visszatérési idő. Minél rövidebb ez az idő, annál gyakrabban készül felvétel egy adott területről. A gyakrabban készült felvételek jobb időbeli felbontással követik le a felszíni folyamatokat, lehetővé téve azok dinamikájának pontosabb megértését.

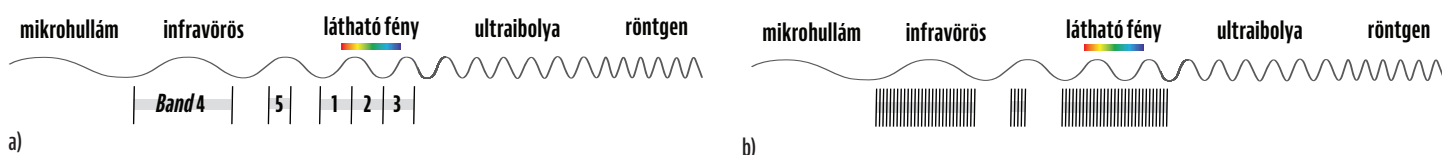
MŰHOLDPÁLYÁK

A műholdakat az adott földmegfigyelési feladat céljának legmegfelelőbb Föld körüli pályára állítják. A pálya elsősorban a felvétel által lefedett területet és a lefedett terület felszíni felbontását, illetve a visszatérési időt befolyásolja. Minél távolabb található a műhold a Föld felszínétől, annál nagyobb területet képes lefedni, a felszíni felbontás azonban a keringési magasság növekedésével romlik. A pálya alakja egy ellipszissel írható le, amelynek egyik fókuszpontjában található a Föld tömegközéppontja. A műholdpályákról a Haditechnika 2020/6. számában Horváth Attila írt egy szakszerű összefoglalót [9], így itt csak a leggyakrabban használt pályákat mutatjuk be.

A legtöbb földmegfigyelő műhold ún. alacsony Föld körüli pályán (Low Earth Orbit – LEO) kering, ahol a műhold és a földfelszín távolsága nem haladja meg a 2000 kilométert. Ez a pálya több előnnyel is jár. Mivel a műhold a felszínhez közel tartózkodik, igen jó felbontással képes képet alkotni a Föld felszínéről, illetve nincs szükség nagy teljesítményű adó-vevő antennára a földi állomással történő kommunikációhoz, a Föld egész felszínének lefedéséhez azonban mindenképpen több áthaladás felvételeit kell felhasználni. A Nemzetközi Űrállomás (International Space Station – ISS) és az optikai és infravörös sávban földmegfigyelést végző műholdak is LEO-pályán keringenek.

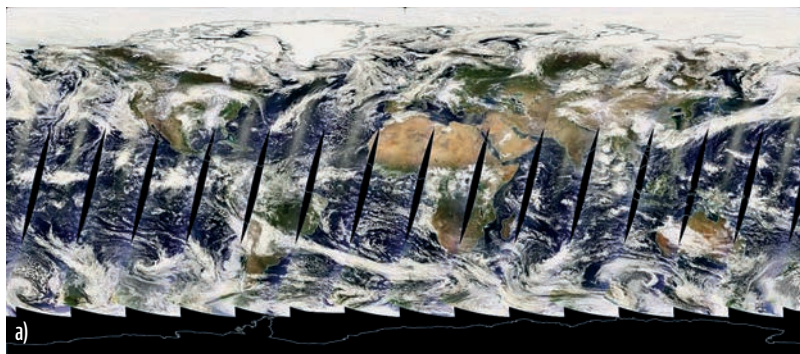
A földmegfigyelő műholdak a lehetséges LEO-pályák közül is általában az ún. napszinkron-pályát³ használják (2.b ábra). A napszinkron-pálya egy speciális esete az ún. kvázipoláris

1. ÁBRA. Példa a multispektrális a) és hiperspektrális b) képközpontú műszer által lefedett hullámhossztartományokra (A szerző szerkesztése [7] alapján)



² A szakirodalomban: synthetic aperture radar (SAR).

³ A szakirodalomban: Sun-synchronous polar orbit.



2. ÁBRA. a) A poláris napszinkron-pálya és b) geostacionárius pálya által lefedett földfelszín, illetve c) a poláris napszinkron és d) geostacionárius Föld körüli pályák alakjai.

A poláris pálya esetén a közel teljes lefedettséget több műholdáthaladás biztosítja; az a) ábrán több műholdáthaladásból összeállított kompozit kép látható [12]

pályának, amely a Föld pólusait megközelítő műholdpálya. A napszinkron-pályán keringő műhold a Föld egy adott pontja feletti áthaladása mindig azonos helyi időben történik. [10] Ennek eredményeként a Nap mindig közel azonos módon világítja meg a földfelszín éppen vizsgált területét, innen ered a pálya elnevezése. A napszinkron-pálya magassága 600–800 kilométer, a pályához tartozó keringési idő kb. 100 perc. [11]

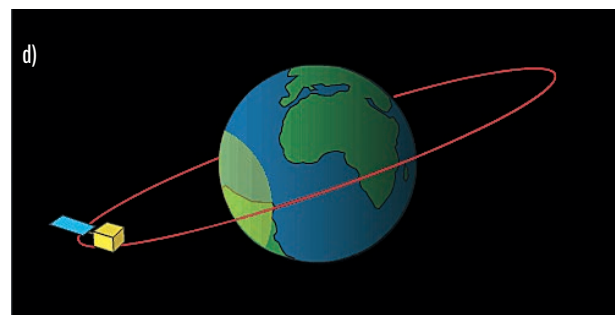
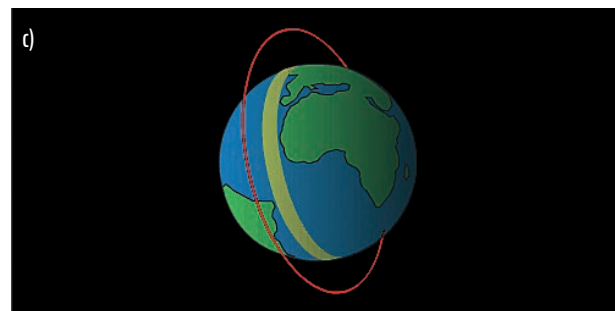
Földmegfigyelésre alkalmaznak geostacionárius műholdpályát⁴ is. A geostacionárius pálya egy ún. egyenlítői pálya, azaz a műhold szinte végig az egyenlítő síkjában kering a Föld körül, kb. 36 000 kilométerrel a Föld felszíne felett. A pálya keringési ideje megegyezik a Föld tengely körüli forgási idejével, azaz 1 nappal. (2.a ábra) Ez azt eredményezi, hogy a földfelszín egy adott pontja felett a műhold szinte mindig ugyanabban az irányban „található”. Az egyes geostacionárius pályán keringő műholdak a Föld felületének 44%-át képesek folyamatosan felvételezni, így 3 megfelelően elhelyezett műhoddal az egész Föld felszíne megfigyelhető, illetve a műholdas kommunikáció is megoldható a Föld bármely két pontja között. [10] Geostacionárius műholdpályán keringenek olyan holdak, amelyek esetén kiemelten fontos a globális lefedett-

ség, mint pl. egyes meteorológiai és műsorszóró, illetve kommunikációs műholdak.

AKTÍV RADARKÉPALKOTÁS

A földmegfigyelő műholdak legfontosabb jellemzői után bemutatjuk a radar hullámhossztartományon (néhány 10 méter – néhány milliméter) történő képalkotást. A képalkotás a legtöbb optikai képalkotó műszerrel ellentétben nem a függőlegesen lefelé mutató, ún. nadír irányban, hanem oldalirányban történik. Egy adott platformra (műhold vagy repülőgép) erősített radarantenna oldalirányban bocsájt ki elektromágneses impulzust (3. ábra), és az antenna a felszínről visszavert jelcsomagot regisztrálja. Ahogyan az antenna platformja végighalad a pályáján, az antenna végigpásztazza a földfelszín egy részletét, információt szolgáltatva annak visszaverő képességéről. A visszavert hullámcsomagokat feldolgozva intenzitásképp hozható létre; az adott pixelek intenzitásértéke a felszín adott területének visszaverő képességével arányos.

Itt érdemes bevezetni néhány, a radarképalkotás során alkalmazott alapfogalmat, amelyben segítségünkre lesz a 3. ábra. Az áthaladás irányára merőleges és a radarimpulzus terjedési irányával megegyező irány az ún.



keresztirány⁵. A keresztirány felszínre vetített komponense az ún. felszíni keresztirány⁶. A repülés irányával megegyező irány az ún. azimut- vagy repülési irány. A θ a beesési szög⁷, τ a kibocsátott hullámcsomag „hossza”⁸ (idődimenziójú mennyiség), β_r és β_a a kibocsátott hullámcsomag-nyaláb szélessége⁹ kereszt- és azimutirány-

⁴ A szakirodalomban: geostationary orbit.

⁵ A szakirodalomban: range.

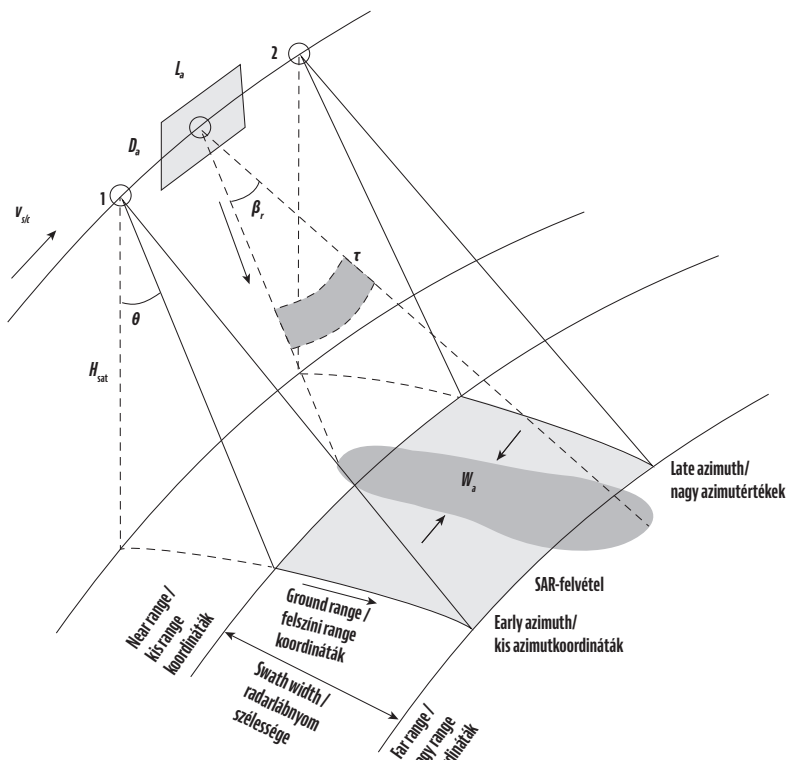
⁶ A szakirodalomban: ground range.

⁷ A szakirodalomban: incidence angle, looking angle vagy off-nadir angle.

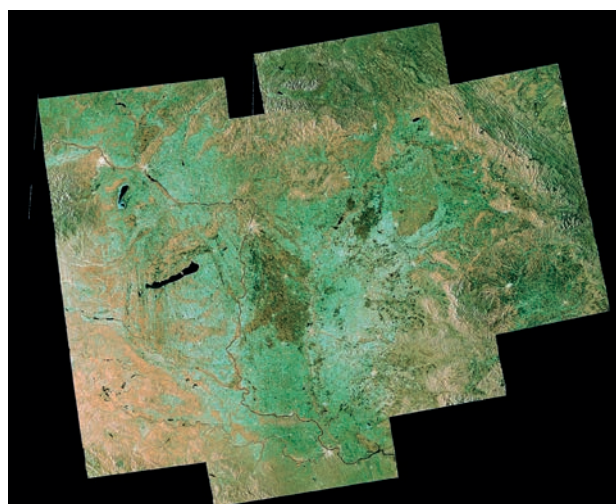
⁸ A szakirodalomban: pulse length.

⁹ A szakirodalomban: beam width.

3. ÁBRA A műholdas radarképkalkotás sematikus ábrázolása (A szerző szerkesztése [13] alapján)



4. ÁBRA. Sentinel-1 SAR-képekből alkotott hamis színezésű mozaikkép Magyarországról [21]



ban. A W_a a radarimpulzus felszíni, ún. lábnyomának¹⁰ szélessége, L_a és D_a az antenna fizikai méretei (hossza és szélessége).

A felszíni lábnyom szélessége jellemzi a radarkép azimutirányú felbontását. W_a függ a kibocsátott radarimpulzus hullámhosszától, az antenna és a földfelszín távolságától, illetve az antenna méretétől. Ha egy korábbi radarmisszió, az ERS (European Remote Sensing) [14] paramétereinek segítségével számolunk, a W_a értékére 4,8 kilométer becsülhető. [13] Adott frekvenciájú harmonikus (szinuszos) kibocsátott jelet feltételez-

ve a keresztirányú felbontásra, amely τ értékével arányos, nagyságrendileg 5 kilométer adódik. Ez az ún. valós apertúrájú radar¹¹ felbontása. A keresztirányú felbontás tovább növelhető, ha ún. chirpjelet alkalmazunk. A chirpjelet egy olyan harmonikus jel, amelynek időben változik (modulált) a frekvenciája és hullámhossza. A megnövelt keresztirányú felbontás a chirpjelet sávszélességével (a legmagasabb és a legalacsonyabb frekvencia különbsége) fordítottan arányos, nagyságrendje néhány méter.

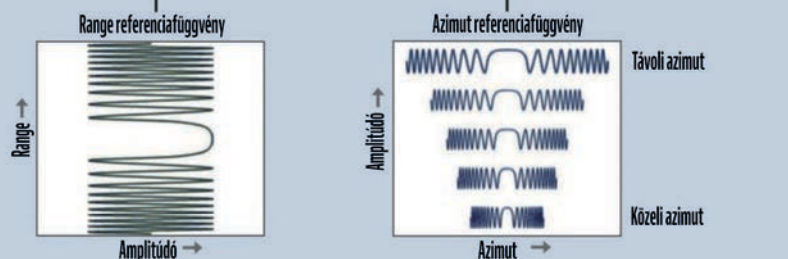
Az azimutirányú felbontás növeléséhez az antenna fizikai méretét kellene megnövelni, ennek azonban létezik egy szigorú felső határa, hiszen nem lehetséges tetszőlegesen nagy méretű antennát a világűrbe juttatni, illetve a repülőgépekre és egyéb repülőplatformokra erősíthető antennák mérete is korlátozott. Mivel a nyaláb szélessége nem zéró, egy földfelszíni szórópont többször is bele fog esni a hullámcsomag felszíni lábnyomába, ahogy a platform bejárja a pályáját. Ez azt eredményezi, hogy a szórópont többszörösen leképződik, azaz több visszavert radarimpulzus is hordozni fog információt az adott szóróponttól. Ha a különböző hullámcsomagokat fázishelyesen összegezzük – ezt a lépést nevezzük fókuszálásnak –, az azimutirányú felbontás is számottevően megnövelhető. A fókuszálással elért azimutirányú felbontás néhány 10 méter. Szemléletes megfogalmazása ennek a feldolgozási lépésnek: a valós, néhány méter nagyságú antenna a platform pályát bejárva egy kilométeres nagyságrendű antennát „szintetizál”.

A fent leírt kétfajta eljárást, a kereszt- és azimutirányú fókuszálás által megvalósított radarképkalkotást szokás szintetikus apertúrájú radarképkalkotásnak (SAR-képkalkotásnak) nevezni. (5. ábra)

SAR-KÉPKALKOTÁS: AZ ELMÉLETTŐL A MŰHOLDAS FÖLDMEGFIGYELÉSIG

A SAR-módszer kifejlesztése Carl A. Wiley nevéhez fűződik, aki 1951-ben kezdte el a technológia kidolgozását, miközben az Atlas Inter-

5. ÁBRA. A szintetikus apertúrájú radarfeldolgozás lépései, kereszt- és azimutirányú fókuszálás (A szerző szerkesztése [15] alapján)



¹⁰ A szakirodalomban: footprint.

¹¹ A szakirodalomban: Real Aperture Radar (RAR).

kontinentális Ballisztikus Rakéta (Intercontinental Ballistic Missile – ICBM) navigációs rendszerén dolgozott. [16] A SAR-képalkotást elsősorban katonai felderítési célokra alkalmazta az Amerikai Egyesült Államok hadserege, haditengerészete és légierije a 20. században. A technológia létezését először 1960-ban hozták nyilvánosságra. Az ezt követő évtizedekben a hardver- és szoftvertechnológia fejlődésének következtében a SAR-felvételek feldolgozása és felszíni felbontása folyamatos fejlődésen ment keresztül. Az első civil műhold, amely SAR-képalkotást alkalmazott, a NASA Seasat-1 műholdja volt, amelyet 1978-ban állítottak pályára. [17] A NASA 1989-ben útjára indított Magellan műholdja a SAR-technológia segítségével volt képes a Vénusz bolygó felületét feltérképezni. [18] Az Európai Űrügynökség (European Space Agency – ESA) ERS-1 (1991) és ERS-2 (1995) műholdjai több optikai műszer mellett egy-egy SAR-eszközt is hordoztak a fedélzetükön. [14] Az ERS-missziót az ESA Envisat-missziója követte, amely 2002 és 2012 között készített SAR-felvételeket, kb. 30 napos visszatérési idővel. [19] A jelen-

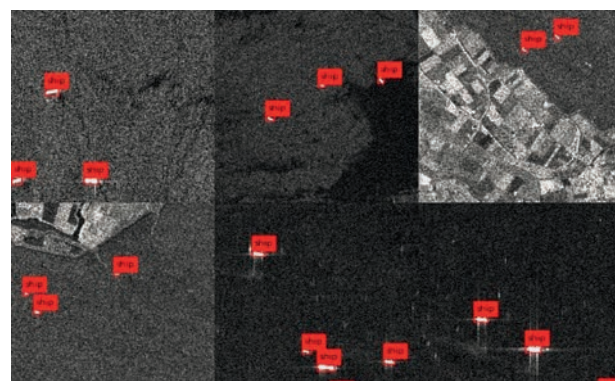
legi műholdas SAR-földmegfigyelés „zászlóshajói” a Sentinel-1 műhold-sorozat [5] tagjai. Ezek a műholdak hatalmas mennyiségű és kiváló minőségű SAR-felvételeket szolgáltatnak folyamatosan, Európán belül 12 napos visszatérési idővel. (4. ábra)

PÉLDAALKALMAZÁS

Az alábbiakban következnek egy példa a szintetikus apertúrájú radarképek felhasználására. Chang és munkatársai [20] különböző műholdokról származó SAR-képek felhasználásával olyan gépi tanuláson alapuló algoritmust fejlesztettek ki, amely kedvezőbb számítási kapacitás-erőforrás felhasználással képes pontosabban detektálni hajókat. Ez a technikai megoldás a jövőben akár az óceáni és tengeri hajóforgalom valós idejű monitorozását is lehetővé teszi. (6. ábra)

ÖSSZEFOGLALÁS

A tanulmány röviden bemutatta a műholdas földmegfigyelést végző műholdakat és a műholdak fedélzetén megtalálható képalkotó műszerek legfőbb jellemzőit. Ugyan a cikk inkább technikai jellegű, ahhoz, hogy az olvasó megfelelően tudja értelmezni a különböző



földmegfigyelő műholdak jellemző tulajdonságait, és tisztában legyen azok jelentésével, elengedhetetlen az alapfogalmak ismerete. Ezt követően összefoglalta az aktív mikrohullámú távérzékelést, illetve a SAR-képalkotás elméletét és történetét, a teljesség igénye nélkül felsorolva múlt és jelen SAR-műholdmisszióit, illetve egy rövid példán keresztül bemutatta a SAR-távérzékelés egyik alkalmazását.

A cikksorozat következő részeiben az optikai sávban történő távérzékelésről lesz szó bővebben, néhány példán keresztül részletesen bemutatva az optikai és SAR-alkalmazásokat, illetve az alkalmazásokhoz elengedhetetlen képeket szolgáltatató műholdakat.

6. ÁBRA. Chang és munkatársai által – szintetikus apertúrájú radar- (SAR-) felvételek felhasználásával kifejlesztett – gépi tanuláson alapuló módszerrel detektált hajók (lásd a vörös címkéket „ship” [hajó] felirattal) [20]

HIVATKOZÁSOK

- [1] „Landsat 9 Landsat Science.” <https://landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/landsat-9> (Letöltve: 2024.2.16.);
- [2] „Sentinel-2 – Missions – Sentinel Online – Sentinel Online.” <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2> (Letöltve: 2024.2.19.);
- [3] Landsat 9 Bands Landsat Science. <https://landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/landsat-9/landsat-9-bands> (Letöltve: 2024.5.2.);
- [4] Bányai, L., Szűcs, E., Kalmár, J., Eperné Pápai, I., Bán, D. (2014). Az InSAR technológia alapjai és a reflektáló felületek jellemzői. Geomatikai Közlemények, 12, 59–68. https://real.mtak.hu/20119/1/gk_XVII_5_banyai_l_vegleges.pdf (Letöltve: 2024.5.15.);
- [5] „Sentinel-1 – Missions – Sentinel Online – Sentinel Online.” <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-1> (Letöltve: 2024.2.19.);
- [6] „Aqua Earth-observing satellite mission Aqua Project Science.” <https://aqua.nasa.gov> (Letöltve: 2024.2.16.);
- [7] „Multispectral vs Hyperspectral Imagery Explained – GIS Geography.” <https://gisgeography.com/multispectral-vs-hyperspectral-imagery-explained> (Letöltve: 2024.2.18.);
- [8] „Hiperspektrális szenzorok.” <http://earth.geo.u-szeged.hu/~laci/ab-Geoinfo-tananyag/ch08s02.html> (Letöltve: 2024.2.18.);
- [9] Horváth, A. (2020). Szuperszinkron műholdas konstellációk bemutatása és elemzése. Haditechnika, LIV. évfolyam 2020/6. <https://doi.org/10.23713/HT.54.6.08>;
- [10] Molnár, G (2008). Földkutatás a világűrben – Elektronikus jegyzet. http://sas2.elte.hu/mg/foldkutatas_v3/4mozgas2.htm (Letöltve: 2024.2.18.);
- [11] „Sun-synchronous orbit – Wikipedia” https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Sun-synchronous_orbit&oldid=1185442609 (Letöltve: 2024.2.18.);
- [12] Gupta, Pawan, Follette-Cook, Melanie. (2018) Fundamentals of Satellite Remote Sensing https://appliedsciences.nasa.gov/sites/default/files/DIP3_Fundamentals.pdf (Letöltve: 2024.2.16.);
- [13] Hanssen, R. F. (2001). Radar interferometry: data interpretation and error analysis (Vol. 2). Springer Science & Business Media. <https://doi.org/10.1007/0-306-47633-9>;
- [14] „ERS at a glance.” https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/ERS_at_a_glance (Letöltve: 2024.2.19.);
- [15] Dell’Amore, L. (2019). Assessment of Image Quality of Waveform-Encoded Synthetic Aperture Radar Using Real Data <https://doi.org/10.23919/IRS.2019.8768185>;
- [16] Wiley, C. A. (1985). Synthetic Aperture Radars: A Paradigm for Technology Evolution. IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, (3), pp. 440–443. <https://doi.org/10.1109/TAES.1985.310578>;
- [17] „Seasat 1 NASA’s Earth Observing System.” <https://eosps.nasa.gov/missions/seasat-1> (Letöltve: 2024.2.19.);
- [18] „Magellan - NASA Science.” <https://science.nasa.gov/mission/magellan> (Letöltve: 2024.2.19.);
- [19] „Envisat - Earth Online” <https://earth.esa.int/eogateway/missions/envisat> (Letöltve: 2024.2.19.);
- [20] Chang, Y.-L., Anagaw, A., Chang, L., Wang, Y. C., Hsiao, C.-Y., Lee, W.-H. (2019). Ship Detection Based on YOLOv2 for SAR Imagery. Remote Sens., 11(7), 786. <https://doi.org/10.3390/rs11070786>;
- [21] „Sentinel-1A Country Mosaic of Hungary – STEP.” https://step.esa.int/main/gallery/gallery_sen1hungary (Letöltve: 2024.2.19.).

SZABÓ SÁNDOR ANDRÁS*

BAROKAMRA MINT TECHNIKAI LÉTESÍTMÉNY ÉS REPÜLÉSÉLETTANI KIKÉPZŐESZKÖZ

I. RÉSZ

1. ÁBRA. A varsói
Repülőorvosi Intézet
(Wojaskowy Instytut
Medycyny Lotniczej –
WIML) barokamrája
felújítás után
(A szerző felvétele)

Összefoglalás: A barokamra (alacsony nyomású kamra) mint magasság-élettani kiképzőeszköz egy komplex létesítmény, amely a repüléssel együtt járó élettani kihívások (nyomásváltozás okozta barotrauma, oxigénhiány, magassági keszon) földi körülmények közötti standardizált és orvosi biológiai jól monitorizálható provokációját (szimulációját) biztosítja. Ezen túlmenően a fenti stresszor-tényezők elleni védekezés technikai és élettani módszereinek vizsgálatát is lehetővé teszi. Így alapvető eszköz a repülésbiztonság humán faktor oldalának kiképzésében, a hirtelen cselekvőképzetlenség elleni eljárások kidolgozásában. A cikk bemutatja a barokamra szükségességét megalapozó repüléstörténeti fejlődést, részletesen elemzi a technikai lehetőségek bővülését, illetve a modern repülésben alapvető kockázatcsökkentést a barokamrai vizsgálati eljárások fejlődésével.

Kulcsszavak: alacsony nyomású kamra (barokamra), Repülőorvosi Vizsgáló és Kutató Intézet („ROVKI”), magassági oxigénhiány (hypoxia), barotrauma, NATO barokamrai protokollok

Abstract: The barochamber (Low Pressure Chamber) as an altitude physiology training tool is a complex piece of equipment, which provides the provocation (simulation) of standardized exposure to altitude-related physiological challenges (like hypoxia, low-pressure-induced barotrauma, altitude decompression sickness) closely related to aviation.

Moreover, the barochamber itself offers unique settings for the evaluation and examination of technical protection and physiological preventive methods against the above-mentioned stressors. Thus, it is a fundamental asset for the training of human factors, improving flight safety and minimizing the risk of sudden incapacitation. The author gives a short overview of the historical steps in aviation that prompted the development of barochambers and goes into the details of technical opportunities and risk reduction methods using barochamber examination profiles.

Keywords: Low Pressure Chamber (barochamber), Aeromedical Evaluation and Research Institute, altitude induced hypoxia, barotrauma, NATO barochamber run profiles

BEVEZETÉS

„A repülés szédítő perspektívákat nyújt. Egyrészt eddig hihetetlennek hitt sebessége és hatástávolsága révén megszünteti a határokat, a természeti akadályokat és távolságokat, tehát közelebb hozza egymáshoz a nemzeteket, országokat, sőt kontinenseket is, másrészt beláthatatlan veszélyeket rejt magában a jövő háborúját illetően.” [1]
A fenti gondolatok jól kifejezik az egykori vezérkari őrnagy, tábori pilóta előrelátását 1933-ban, mely a „légjárás” (legyen az léghajózás, kormányozható léghajózás vagy „géprepülés”) szerepét, polgári békés célú kereskedelmi és utazási alkalmazását, illetve pusztító katonai felhasználását is körvonalazta. A magasság meghódítása – a vele járó fizikai veszélyek, a légköri jellemzők változása és az emberi szervezet sérülékenysége miatt – mindig kockázatokkal járt és jár ma is a repülésben. Az evolúciós szempontból a tengerszinti vagy ahhoz közeli légnyomáshoz adaptált emberi szervezet, a nagyobb magasságokon kifejezettebb (exponenciális jellegű) abszolút nyomáscsökkenés, a parciális oxigénnyomás csökkenése miatt fokozatosan súlyosbodó környezeti oxigénhiány (hypoxia), az alacsony nyo-

* Ezredes, PhD, MH repülő főszakorvos, Szegedi Tudományegyetem Repülő és Űrorvosi Tanszék tanszékvezető docens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem egyetemi magántanár. ORCID: 0000-0002-1362-4723

más miatt a testszövetekben kezdődő nitrogénbuborék kiválása (magassági keszonártalom) okán a pilóta cselekvőképtelensége akár másodpercek alatt bekövetkezhett (és vészhelyzetben, a többszörös technikai védelem ellenére akár napjainkban is bekövetkezhett!).

Ezeknek a veszélyes mértékű fizikai változásoknak a modellezésére, földi ("biztonságos" és standardizált körülmények közötti) szimulációjára szuverén módon a hypobárikus (alacsony nyomású) barokamra alkalmas, melyben a magasságfüggő légkörfizikai paraméterváltozások technikaileg pontosan lekövethetők, a benne ülő pilóták egészségi állapota, biológiai válaszreakciója monitorizálható. Ugyanakkor a barokamra – mint változtatható, alacsony nyomású, zárt kompartment (fülke) – jóval az emberes repülés előtt alkalmas volt a magasság függvényében bekövetkező fizikai változások értelmezésére, fizikai, kémiai, biológiai kutatások és anyagtechnikai kísérletek elvégzésére is. Tehát a barokamra ötlete sokkal régebbre nyúlik vissza, mint az emberi repülés kezdetei.

A BAROKAMRA MÚLTJA, TÖRTÉNETI FEJLŐDÉSE

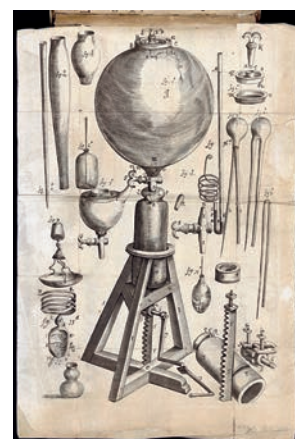
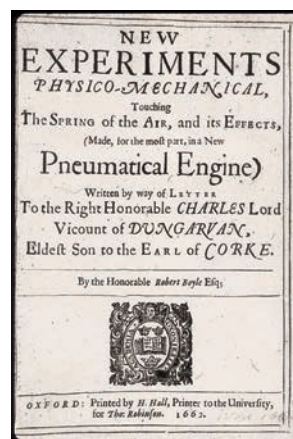
Robert Boyle (Írország, Lismore, 1627. január 25. – London, 1691. december 31.) angol-ír fizikus és kémikus 1660–70 között írta le először (a róla elnevezett gáztörvény fizikai kísérleteihez kapcsolódóan) a légnyomásváltozással kapcsolatos élettani folyamatokat, a Robert Hooke-kal együtt létrehozott, légszivattyú által működtetett, állatkísérletes barokamrában. (2. ábra)

Buborékokat vett észre egy kígyó szemében, amelyet csökkent atmoszférikus nyomásnak tett ki. A „The snake was tortured furiously by the formation of bubbles in the blood, juices and soft parts of the body”¹ mondat kifejezően leírja a fizikai diffúzió, a Boyle–Mariotte- és a Henry-törvény által irányított buborékképződést, vagyis a nitrogénbuborékok kiválását gázfázisban (a szem csarnokvizében és a légyszövetekben), csökkentett barometrikus nyomáson. [2]

Érdekes, hogy szinte ugyanabban az időben a túlnyomásos kamra orvosi alkalmazását is felvetették. Angliában a dr. Nathaniel Henshaw (1628–1673) által javasolt „Domicilium” leírása szerepel az *Aero-Chalinos* című 1664-ben, Dublinban megjelent művében, a „friss levegő” orvosi javallatával: „A levegő az egészség barátja az emésztésre, epeképződésre, a légzésre, a vérzéscsillapításra.” [3]

A 18. század végén elkezdődött a ballonos repülések korszaka. A Montgolfier testvérek nyilvános bemutatója Annonay-nál 1783. június 4-én, majd 1783. szeptember 19-én már kísérleti állatokkal (bárány, kakas, kacska) szállt fel a forrólevegős ballon a Versailles-i Királyi Palota előtt; nyolc perc alatt 3,2 km-t repült, 460 méteres magasságra emelkedve. [4] A lassan növekvő távolsági és magassági csúcskísérletek során sokáig a valós repülés közben szerzett szubjektív tapasztalatok leírása volt az elsődleges, élettani paraméterek részleges rögzítésével. 1803-ban Etienne Robertson, francia fizikus már 7000 méter (22 966 láb) magasságra emelkedett, megtapasztalva a mentális levertséget, szapora pulzust, lágyrészek duzzanatát a légköri nyomásváltozás és oxigénhiány tüneteként. 1862. szeptember 5-én Glashier és léggömbépítő mérnöke, Coxwell már a „magassági halál övének” megfelelő 8839 m (29 000 láb) magasságra emelkedett, ahol Glashier 7 percre az eszméletét is elvesztette. [5]

A valós repülések közben szerzett élettani tapasztalatok, illetve a cselekvőképtelenség kialakulásának lehetséges élettani modellezése és magyarázata vezette Paul Bert (1833–1886) francia tudóst az első, mai értelemben vett, közel-vákuum létrehozására alkalmas barokamra megépítésére. Bert 30 éves korában szerzett orvosi diplomát Claude Bernard (francia tudós, a milieu interieur, vagyis a belső környezet, a homeosztázis alapelveinek leírója) legjobb tanítványaként, de barátságban volt dr. Jacques Triger-vel is, aki először írta le a túlnyomásos keszonbetegség tüneteit, és ez a lég-

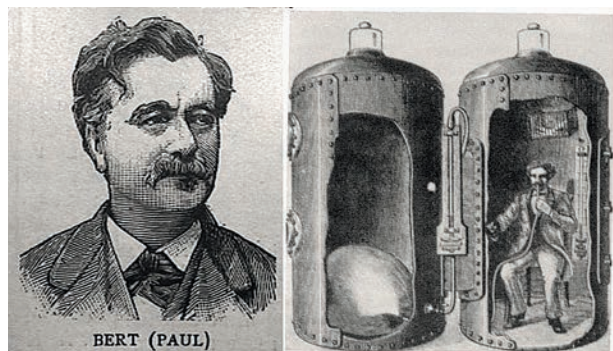


nyomásváltozások hatásainak tanulmányozására ösztönözte Bertet. Léggömbökkel kísérletezett, megépítette az első valódi barokamrát, állatkísérleteket, majd önkísérleteket végzett, illetve segítette az újabb ballonos csúcsmagasságra készülő Teodor Sivel és Joseph Croce Spinelli felkészülését. Barokamrai vizsgálatai által megismertette őket az oxigénhiány tüneteivel és az oxigén-légzőkészülék használatával. Neki is köszönhető, hogy 1874. március 22-én Sivel és Croce Spinelli közös repülése az Etoile Polaire (Sarkcsillag) nevű léghajóval sikeres volt. Balszerencse (Bert figyelmeztető levelét késve kézbesítették), hogy 1875. április 15-én az ismételt ballonrepülés során (melyre Gaston Tissandier meteorológust is meghívták) a Zenith nevű léggömbön 28 215 láb (8600 méter) magasságban az oxigén-légzőkészülék már nem adagolta megfelelően az oxigénben dúsított sűrített levegőt (az alacsony hőmérsékleten a kilélegzett levegő vízpárája megfagyott a „csutorában”, azaz a kilégzőszelepből). Ketten meghaltak, mert az oxigénhiány okozta magassági részegség miatt az önkontrollt elvesztve csak emelkedtek tovább; Tissandier megsüketülve, nagy nehezen tért csak vissza. A ballonkísérletek és saját barokamrai vizsgálatainak tapasztalatait Paul Bert 1878-ban 1178 oldal terjedelmű könyvében foglalta össze², ebből 522 oldal volt a barometrikus nyomásváltozások irodalmi áttekintése, 518 oldalt tettek ki az általa végzett kísérletek jegyző-

2. ÁBRA. Robert Boyle és Robert Hooke légszivattyús berendezése légritkításra 1662-ben [2]

¹ A kígyót vadul kínozza a buborékok képződése a vérben, a nedvekben és a test lágy részein. (A szerző fordítása)

² „La pression barométrique: recherches de physiologie expérimentale.” (Paris, Mason et Clie, 1878.)



3. ÁBRA. Paul Bert és a kísérleti barokamra [7]

könyvei. 118 oldalon vonta le a következtetéseket, amelyek közül számos megállapítás ma is a repülőorvostan magasság-élettani posztulátuma. 670 kísérletet végzett növényeken, verebeken, patkányokon, tengerimalacokon, macskákon, kutyákon és embereken. Megállapította, hogy 35 Hgmm-es (vákuumközele) légköri nyomáson a kísérleti állatok elpusztulnak. Búvárorvostani és repülőorvostani szempontból is fontos megállapítása, hogy a dekompresziós betegség tüneteit a nitrogénbuborékok okozzák, amelyek a légköri nyomás gyors csökkentésekor keletkeznek. Azt is felfedezte, hogy az oxigén toxikus lehet, ha hosszabb ideig, nagyobb nyomáson lélegezzük be (2 atmoszféra, azaz 33 láb (kb. 10 méter) vízmélységnek megfelelő légsűrűség), amely görcsrohamokban nyilvánulhat meg. Ugyanakkor terápiás szempontból bizonyította a rekompreszió hatásosságát. (3. ábra) [6] [7]

A Paul Bert által lefektetett alapelvek a „levegőnél nehezebb repülőeszközök”, azaz a Wright testvérek forradalmi repülése (1903. december 17.) után is érvényesültek, mind a magassági keszonbetegség vonatkozásában, mind a magassági oxigénhiánnyal szembeni tűrőképesség repülőorvosi értékelése során. A polgári és katonai repülés is egyre nagyobb magasságokat hódított meg, viszont a pilótafülke és az utaskabin hermetizációja vagy a pilótára szabott magassági védőfelszerelés még megoldásra várt. Szükség volt a magasság-élettani problémák biztonságos tanulmányozására a földön, a technikai fejlesztések tesztelésére ellenőrzött körülmények között.

Az Egyesült Államokban Harry G. Armstrong (1899. február 17. – 1983 február 5.) tette a legtöbbet a barokamra technikai tökéletesítéséért és többcélú hasznosításáért: 1936-ban csatlakozott a Repülőorvosi Kutató Laboratórium akkori vezetőjéhez, J. W. Heim doktorhoz, és elkezdtek az első repülőorvostan-tankönyv megírását. Armstrong kísérleti centrifugát épített a gyorsulások-túlterhelések vizsgálatához, tanulmányozta az oxigén különböző áramlási sebesség melletti hatásait és az oxigén-széndioxid mint légzőgáz keverék hatását 30 000 láb (9144 méter) fölötti repülési magasságon. Foglalkozott az oxigénmaszkok technikai fejlesztésével és a kabin, valamint a pilótafülke hermetizációjának technikai megoldásaival, a kritikus 19 200 méter (60 000 láb) fölötti magasságon jelentkező, a testfolyadékok testhőmérsékleten történő forrásának kritikus jelenségével, az ebullizmussal. Ezt az élettani határvonalat róla nevezték el Armstrong-vonalnak, amikor 19 200 méter fölött a testfolyadékok 37 °C-on (azaz testhőmérsékleten) felforrnak. Armstrong a második világháborúban a Nyugat-Európa fölött harcoló amerikai 8. légi hadsereg vezető repülőorvosa, utána pedig az Amerikai Légierő repülő főszakorvosa és egészségügyi főnöke lett, 1949-ben pedig megalapította az Amerikai Légierő Repülőorvosi Intézetét (USAF School of Aviation Medicine – USAFSAM). Ma a Wright-Patterson Légibázison (Ohio) a Légierő Repülőorvosi Kutatóintézete az ő nevét viseli. [8] [9]

Magyar szempontból is fontos lehet a Kanadai Repülőorvosi Intézet fejlődése, hiszen 2004-től Kanadában képezték a magyar vadászpilótákat a többnemzeti NATO harcászati kiképző program (NFTC – NATO Flight Training in Canada) során, valamint a Torontóban (Ontario) található DCIEM (Defence and Civil Institute of Environmental Medicine – Védelmi és Polgári Környezet-egészségügyi Intézet), 2000-től DRDC (Defence Research and Development Canada – Védelmi Kutatási és Fejlesztési Intézet) volt felelős a több évig tartó kiképzés (Moose Jaw-ban Harvard, majd Cold Lake-ben Hawk típusú gyakorló repülőgépeken) repülő-egészségügyi biztosításáért. Ez olyan tudományos és élenjáró technológiákat fejlesztő szervezet, amely a katonai repülés és búvárkodás, ill. a polgári repülés igényeinek megfelelő tudományos kutatásokat is végez a kezdetektől, nem véletlenül: 1939-ben a Repülőorvosi Kutató-sok Egyesített Bizottsága (Associate Committee on Aviation Medical Research) Sir Frederick Banting professzor vezetésével jött létre, aki az inzulin felfedezéséért és előállításáért kapott Nobel-díjat 1923-ban. Katonaorvosként („field surgeon”) laboratóriumi tanulmányait a nyomásélettan területén a Banting és Best Intézetben (Torontói Egyetem) kezdte, ahol az első humán célú dekompresziós kamrát is felépítették. Ez az egyetlen Repülőorvosi Intézet a NATO-n belül, ahol mind a mai napig a hypobáriás (magasságnak megfelelő alacsony nyomású) és a hyperbáriás (száraz és vízzel feltölthető, illetve túlnyomás alá helyezhető) kamrarendszereket is üzemeltetnek párhuzamosan, egymástól független parancsnoki irányítási rendszerben működő osztályokon (a személyzet egészsége szempontjából érthető, hiszen a pozitív és a negatív nyomásváltozások kedvezőtlen hatásai összeadódhatnak, és fokozzák a keszonbetegség [nitrogénbuborék-betegség] kockázatát). [10]

Az Amerikai Haditengerészet (US Navy) szintén a második világháború alatt hozta létre saját kutatási és minősítési célú hyperbáriás és dekompresziós kamra képességét, a New London

4. ÁBRA. Dr. Merényi Scholtz Gusztáv posztumusz altábornagy [12]





5. ÁBRA. A Honvéd Repülő Orvosi Intézet épülete Budapest, Karolina út 27-29. [13]

tengeralttjáró bázison, 1942-ben 2 fős kutatási részleg (Medical Research Section), majd 1944-től osztály (Department) kialakításával. 1946-ra 7 orvost, 24 altiszt, 40 polgári alkalmazott dolgozott ott, Charles Schilling flotta-kapitány vezetése alatt. Ekkor már Haditengerészeti Tengeralttjáró Orvosi Kutatási Laboratórium (Naval Submarine Medical Research Laboratory – NSMRL) néven, speciális területeken (víz alatti hallás, periszkóp látóélesség) érve el új kutatási eredményeket. [11]

A BAROKAMRÁK ALKALMAZÁSA HAZÁNKBAN

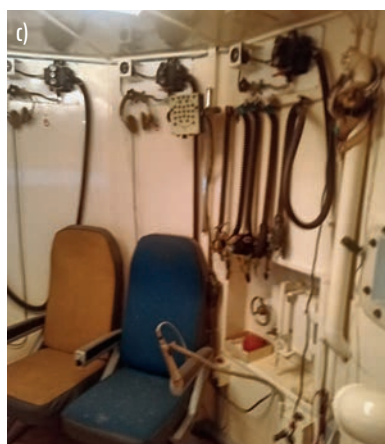
Büszkéek lehetünk arra, hogy az első amerikai és német humán barokamra megépítése után csupán két évvel, 1938-ban már Magyarországon is működött a pilóták vizsgálatára alkalmas barokamra. Merényi Scholtz Gusztáv (4. ábra) orvos alezredes (később orvos vezérőrnagy), belgyógyász szakorvos (1895–1950), „a Légügyi Orvos” *A repülés és az orvosi tudomány* címmel már 1929-ben tanulmányt jelentetett meg, sürgetve az önálló repülőorvosi diszciplína kialakítását. A Műszaki Egyetem Aerodinamikai Tanszékének együttműködésével és a német légierő technikai segítségével szervezte meg egy új barokamra megépítését. Nevéhez fűződik az újjászerveződő magyar légierő pilótáinak harckészültségét elősegítő repülés-élettani minősítő vizsgálat protokolljának kidolgozása Budapesten, a Karolina úton létrehozott Repülőorvosi Vizsgáló Intézetben. (5. ábra)

Merényi tanulmányozta a nagy magasságokban bekövetkező dekompresszió (légnyomáscsökkenés) és hypoxia (oxigénhiány) jelenségeit, 1942-ben egyetemi magántaná-

ri címet kapott. A világháború alatt a Luftwaffe repülő főszakorvosával, von Hippke vezérezredessel tartott szakmai kapcsolatok alapján mindent megtett a kor színvonalának megfelelően és a repülőgépek technikai képességeinek ugrásszerű fejlődését követve a magasságfüggő hypoxia veszélyének tudatosítására a magyar pilótaállomány körében. Emellett mozgó tábori barokamrát rendszerezített a hypoxia-tudatosság fenntartására. (6. ábra)

Merényi a világháború után a honvédség egészségügyi szolgálatának főnöke (Honvéd Orvosi Kar vezetője) lett, és nevéhez fűződik a Véréllátó Szolgálat megszervezése is. Koholt vádak alapján lefolytatott koncepció perben (a „tábornokok perében”) 1950-ben ártatlanul halálra ítélték és kivégezték. A rendszerváltás után rendfokozatában is teljes mértékben rehabilitálták, a Gyáli úti Kórház felvette Merényi nevét. [14]

Az első magyar barokamra műszakilag megfelelő technikai karbantartás mellett még a Gyáli úti kórház területére történt áthelyezése után is



6. ÁBRA. Mozgó tábori barokamra [13]

7. ÁBRA. A Gyáli úti RHTEK barokamra orvosi és műszaki irányítópultja (a és b ábra), a barokamra belső tere és bejárata (c és d ábra)

(Forrás: archiv képek dr. Melles Imre főorvos, RHTEK igazgató szíves engedélyével, ill. Szilvási Zoltán oktatópilóta napjainkban készült fényképei)





8. ÁBRA. A Gyáli úti RHTEK barokamra műszaki háttere: légszivattyú és műszaki pult (eredeti német feliratozással 1938-ból)
(Fotók: Szilvási Zoltán oktatópilóta)



évtizedekig szolgálta a MALÉV mint nemzeti légitársaság pilótaállományának magasság-élettani képzését, a polgári repülésben az ENSZ Repülésügyi Világszervezet (International Civil Aviation Organization – ICAO) által is elvárt hypoxia-demonstrációk során. A Repülési, Hajózási és Tengerészeti Egészségügyi Központ (RHTEK) repülőorvosai, a központvezető dr. Melles Imre főorvos irányításával biztosították a „magassági részegség élményét”, megfelelő orvosbiológiai őrzés mellett, kommunikációval és repülési műszerezettséggel. (7., 8. ábra)

Napjainkban a polgári közforgalmi repülésben újra felmerült a civil pilóták időszakos repülés-élettani tréningje, a hypoxiaélmény demonstrációja barokamrában, amelyet a 2000-es években bekövetkező fatális légi balesetek (a Helios légitársaság charter járatának balesete 2005-ben az utasszállító gép kabinhermetizációjának elvesztésekor [15]) vagy szerencsés kimenetelű



incidensek (MALÉV moszkvai járat [16]) előfordulása indokol. Napjainkban az Európai Repülőorvosi Társaság (European Society of Aviation Medicine – ESAM) Tanácsadó Testület (Advisory Board) mellé rendelt szakértői kör (Circle of Experts, a szerző részvételével) aktívan dolgozik a repülőorvosi tréningek visszaállításán, hiszen veszélyhelyzetben (akár egy kapcsoló hibás

állása miatt) a hypoxia alattomosan, szinte észrevehetetlenül vezet a szellemi teljesítmény végzetes csökkenéséhez, a gép irányításának elvesztéséhez. A hypoxia-tudatosság fenntartása barokamrai felszállások során így életmentő lehet („addig gondold a hypoxiára, amíg egyáltalán tudsz gondolkodni!”).

(Folytatjuk)

HIVATKOZÁSOK

- [1] Vitéz Szentnémedy Ferenc. A Repülés 2. o. Budapest, 1933. Magyar Szemle Társaság. <https://mek.oszk.hu/01300/01343/01343.pdf> (Letöltve: 2024.5.3.);
- [2] Boyle, R. New Experiments Physico-Mechanicall, Touching the Spring of the Air and Its Effects. (1660) in <https://www.britannica.com/biography/Robert-Boyle> (Letöltve: 2024.5.9.);
- [3] Henshaw, N. Aero-Chalinos. https://en.wikipedia.org/wiki/Nathaniel_Henshaw (Letöltve: 2024.5.9.);
- [4] Gillispie, Charles. The Montgolfier brothers and the invention of aviation, 1783–1784..., Princeton, Princeton University Press, 1983. pp. 92–93. (Letöltve: 2024.5.9.);
- [5] Robson, D. The Victorians who flew as high as jumbo jets. 2016.04.20. <https://www.bbc.com/future/article/20160419-the-victorians-who-flew-as-high-as-jets> (Letöltve: 2024.5.9.);
- [6] Bert, P. La pression barometrique. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/292187#page/10/mode/1up> (Letöltve: 2024.5.9.);
- [7] Britannica: Paul Bert. <https://www.britannica.com/biography/Paul-Bert> (Letöltve: 2024.5.9.);
- [8] Official United States Air Force Website, Major General Harry George Armstrong. (Letöltve: 2024.5.9.);
- [9] Tarver, W. J., Volner, K., Cooper, J. S. Aerospace Pressure Effects. 2022 Oct 24. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan. PMID: 29262037;
- [10] DRDC Toronto Fact Sheet: Hypobaric Facility. <https://web.archive.org/web/20110706181705/http://www.toronto.drdd.gc.ca/about-apropos/fact/f03-eng.asp> (Letöltve: 2024.6.20.);
- [11] <https://www.med.navy.mil/Naval-Medical-Research-Command/R-D-Commands/Naval-Submarine-Medical-Research-Laboratory/History/> (Letöltve: 2024.6.20.);
- [12] Szepességi baráti kör: Dr. Merényi Soltz Gusztáv. <https://szepesikor.hu/fontos/merenyi-soltz-gusztav> (Letöltve: 2024.5.9.);
- [13] Remes, P. Adatok a Magyar Királyi Honvédség repülő-egészségügyi szolgálatának kialakulásához III. rész. *Honvédorvos*, 2014. (66) 3–4. szám, pp. 58., 64.;
- [14] Remes, P. In memoriam Dr. Merényi Soltz Gusztáv orvos altábornagy. *Honvédorvos*, 2016. (68) 3–4. szám, pp. 72–83.;
- [15] Hellenic Republic Ministry Of Transport & Communications Air Accident Investigation & Aviation Safety Board (Aaiasb), Aircraft Accident Report Helios Airways Flight Hcy522 Boeing 737-31s, Grammatiko, Hellas, 14 August 2005. https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/2022-11/Helios737_AccidentReport.pdf (Letöltve: 2017.9.27.);
- [16] Zárójelentés. (2011-272-4P, Súlyos repülőesemény, Budapest. LHCC FIR, 2011. 11. 23. Boeing 737-800 HA-LOK Közlekedésbiztonsági Szervezet. www.kbsz.hu/j25/dokumentumok/2011-272.pdf) (Letöltve: 2024.6.20.);

9. ÁBRA. Kommunikációs eszköz a Gyáli úti RHTEK barokamrában
(Fotó: Szilvási Zoltán oktatópilóta)



NAGY NORBERT*

A LEOPARD 2 HARCKOCSICALÁD

ÜZEMELTETÉSI RENDSZERE

I. RÉSZ

1. ÁBRA. Speciális
szerszámszámzat és
karbantartó felszerelés
konténerben
(Fotó: MH KGY 1. pc. dd. /
Kertész László)

A Magyar Honvédség szárazföldi csapatainál folyamatban van a Leopard 2-es harckocsi különböző változatainak, és azon speciális feladatú támogató és kiszolgáló harcjárműveknek a rendszeresítése, amelyeket Leopard 2-es páncéltestének felhasználásával alakítottak ki. A nyilvános adatok alapján ez 44 darab Leopard 2A7HU és 12 darab Leopard 2A4HU harckocsit, 5 darab WiSENT 2HU többfeladatú támogató harcjárművet, 3 darab Leguan 2HU hídvető harckocsit, 9 darab Buffalo 3 mentő-vontató harckocsit, valamint 1 darab vezetőképző harckocsit foglal magába. Ez összesen 74 darab, Leopard 2 alapjain kialakított harcjármű, amelyek üzemeltetését a közös fődarabok miatt egységes üzemeltetési rendszerben, két különböző fővállalkozó által biztosított logisztikai háttérrel kell biztosítani. Az új eszközök üzemeltetése gyökeres szemléletváltást feltételez, amely a korábbi szovjet eredetű üzemeltetési filozófia helyébe lépő üzemeltetési stratégiát igényel. Ez utóbbi az eszközök MH-szintű kiszolgálási rendszerének kialakítását megalapozó legfelsőbb szintű elgondolás, amely magába foglalja a csapatszintű techni-

kai kiszolgálási feladatok végrehajtásának rendszerét, valamint a magasabb szintű, nagyobb mélységű üzemeltetési feladatok végrehajtására vonatkozó követelményeket és feltételrendszert. Az üzemeltetési stratégia gyakorlati megvalósítása feléleli az üzemeltetés anyagi, jogszabályi, szervezeti feltételeit is, ugyanakkor összhangban van a költséghatékonyság és a műveleti alkalmazhatóság kompromisszumokkal járó együttes követelményrendszerével.

A Leopard 2 harckocsik, illetve a vele azonos alvázon kialakított egyéb

harcjárművek a gyártó KNDS vállalat (KMW-Nexter Defense System: a német Krauss-Maffei Wegman és a francia Nexter hadipari vállalatok által alkotott nemzetközi cégcsoport) által kidolgozott és előírt üzemeltetési rendszer szerint üzemelnek a világ több mint 20 országában.

A bonyolult haditechnikai eszközök esetében a megfelelő szintű üzemeltetés – különböző mértékben – támaszkodik az eszköz kifejlesztését és gyártását végző ipari szereplőkre. Ennek oka a mérnöki-műszaki ismeretek

Összefoglalás: A Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretében zajlik a harckocsizó fegyvernem átfegyverzése, korábban elvesztett képességeinek visszaállítása. A Leopard 2 harckocsik rendszeresítése nem csupán típusváltás: a nyugati eszközök az előzőektől eltérő üzemeltetési környezetet igényelnek, melynek kialakítása megkezdődött. Az üzemeltetés rendszerének újjáalakítása bonyolult és nagy körülmények között igénylő folyamat, amely során a struktúráján egyszerre kell megfelelnie a műveleti és a pénzügyi hatékonyság követelményeinek.

Kulcsszavak: Leopard 2 harckocsi, üzemeltetési rendszer, karbantartás, műveleti logisztika, haditechnikai biztosítás

Abstract: One of the first and spectacular results of the National Defence and Armed Forces Development Program is the rearmament of the armour branch and the restoration of its lost capabilities. The commissioning of Leopard 2 tanks is not just a change of type: the operational environment required by the Western military equipment is different from the earlier ones, and its foundation is in progress. Reshaping the system of operation is an intricate process that demands a lot of circumspection, as it must meet the requirements of operational and financial efficiency at once.

Keywords: Leopard 2 MBT, sustainment, maintenance, operational logistics, military technology support

* Örnagy, PhD, Magyar Honvédség Klapka György 1. Páncélosdandár. ORCID: 0000-0002-7810-8180



2. ÁBRA. A KNDS vállalat karbantartó létesítménye Katarban [5]

mellett az a felhalmozott gyakorlati tapasztalat, melynek felhasználásával a hadipari termékek egész életciklusuk alatt folyamatos fejlesztés, tökéletesítés alatt állnak. A KNDS mint rendszerintegrátor a különböző beszállítók, alvállalkozók felé megfelelő követelménytámasztással egyedülként képes a harckocsi minden rendszerének megfelelő minőségű üzemeltetését biztosítani, illetve a harcjármű üzemfenntartási rendszerét támogatni.

A többszintű kiszolgálási rendszer folyamatai az üzemeltető és a gyártó vállalat között részben vagy teljes egészében megoszthatók. Ezen megosztás az említett üzemeltetési stratégia gyakorlati megvalósítása keretében, a szervezeti és pénzügyi hatékonyság követelményeinek figyelembevételével történik, minden vevő esetében egyedi módon és feltételek mellett. Az adott haderő, illetve nem katonai szervezetek bevonása az üzemeltetésbe minden esetben egyedi megoldásokat, szervezeti kereteket igényel, azonban a gyártó által megkövetelt minőségbiztosítási követelmények betartása elengedhetetlen. A legtöbb haderőben az eszközpark üzemeltetése során a gyártó előírásai alapján, annak támogatásával a kiszolgálási folyamatok különböző szintű és mélységű feladatait a katonai logisztika szervezetei végzik. Azonban bizonyos szintű karbantartások vagy a részegységek javítása csak a gyártó által végezhető el gazdaságosan. A gyártó ezen feladatokat va-

lamilyen szolgáltatási szerződés alapján biztosítja a használó részére.

Általánosságban elmondható, hogy minél magasabb szintű kiszolgálásra van szükség, annál inkább szerepet kap a gyártói támogatás, amely áll a megfelelő szintű ismeretekből, a speciális javító és karbantartó eszközökből – melyek hangsúlyos és költséges része az eredeti állapot helyreállítását ellenőrző diagnosztikai eszközpark, illetve technológia –, valamint a szükséges alkatrészek, részegységek biztosításából. Ezen elemek elérhetők a gyártó által biztosított terméktámogatási szolgáltatások keretében, azonban a műveleti alkalmazási követelmények és a gazdasági racionalitás figyelembevételével az alkalmazó – az üzemeltetési stratégiája alapján – különböző mértékben és szinteken igyekszik igénybevételekre.

AZ ÜZEMBEN TARTÁS ALAPELVEI

A haditechnikai eszközök üzemben tartási rendszerével szemben meghatározott követelmények a meghibásodások okainak és időtartamának csökkentését célozzák a harcjármű-állomány minél nagyobb hadrafoghatóságának biztosítása érdekében. Ezen követelmények a bonyolult technikai eszközök sajátosságai miatt a megelőző karbantartások [1] (költség- és technikai szempontok alapján) optimálisan kialakított rendszerével, valamint a rendkívüli meghibásodások elhárításának rövid időtartamával teljesíthetők.

A tervszerű megelőző karbantartás a meghibásodások közti üzemidő növelésével a gazdaságos üzemeltetést és a hadrafoghatóság magas szinten tartását, míg az utóbbi (a NATO-terminológia alapján a helyreállítás – Recovery [1; 2.3.6.]) a bekövetkezett meghibásodások, sérülések elhárításával a műveleti követelmények kielégítését segíti elő¹.

Az üzemeltetés rendszerével szemben támasztott fontos követelmény a gazdaságosság. [2] A gyors helyreállítás lehetősége, az eszközök kiképzésből, műveleti feladatból történő kiesésének idején keresztül növeli az üzemeltetés hatékonyságát, csökkenti fajlagos költségeit. A tapasztalatok alapján két meghatározó tényező miatt húzódhat el egy eszköz javítása: az egyik a helyreállításhoz szükséges idő (a meghibásodott alkatrész ki- és visszaszerelésének ideje), míg a másik a cserealkatrészek, részegységek megléte, illetve azok hiánya. Amennyiben minden feltétel adott, akkor a helyreállítás minimális ideje a meghibásodott elemek cseréjének idejére csökkenthető. A megelőző karbantartások végrehajtásához szükséges munkaidő hasonló módon befolyásolja az üzemben tartás hatékonyságát, így a karbantartások összesített ideje flottaszinten fontos tényezővé lép elő a szakemberek számára. Tekintettel arra, hogy ezen folyamatok előre tervezhetők, a kiképzési és műveleti feladatok tervezése során a parancsnokok kritikus információigényként fogalmazhatják meg a haditechnikai eszközök (tervezett) hadrafoghatóságát.

A GYÁRTÓ ÁLTAL KIDOLGOZOTT ÜZEMELTETÉSI FILOZÓFIA – JÁRMŰTERVEZÉSI MEGOLDÁS A HATÉKONYSÁG ÉRDEKÉBEN

Mind a megelőző karbantartás, mind a hibaelhárítás során hasznos a járművek tervezésekor alkalmazott filozófia, mely az egyes alrendszerek, részegységek gyors ki- és beszerelését alapvető követelményként fogalmazta meg. A köznyelvben „plug-in” – magyarul „könnyű csatlakoztat-

¹ A NATO-tagországok által használt, elfogadott szakkifejezések jelentése: Recovery – (harci sérülést követő) helyreállítás, a meghibásodott, elakadt haditechnikai eszközök mentése, vontatása és hadrafogható állapotba helyezésének folyamata, amely magába foglalja a szükséges javításokat, ellenőrzéseket is. (AMaIP-01) Corrective maintenance – javítás, Preventive maintenance – megelőző karbantartás.

hatóság” – megnevezéssel elterjedt megoldások segítségével a hibás alkatrészt tartalmazó részegység (szerelési egység) gyorsan és egyszerűen – legtöbbször néhány perc alatt – eltávolítható, újra cserélhető, így a harceszköz a cserét és működésellenőrzést követően újra hadra fogható. Ez az alkalmazók szempontjából rendkívül meghatározó szempont, ezért az üzemeltetési filozófiájukban igyekeznek ezt a technikai lehetőséget műveleti előnnyé kovácsolni. A hibafelderítés hatékonyságát korszerű digitális diagnosztikai rendszerek biztosítják, amelyek egy része az egyes részegységek (alrendszerek) szoftvereinek elemeként (öndiagnosztika), más része az egyes járműtípusok alkatrészeit digitalizált formában megjelenítő komplex diagnosztikai rendszerként funkcionál. Mindezek mellett fontos az az anyagi feltétel, hogy a cserélendő szerelési egységnek rendelkezésre kell állnia ahhoz, hogy a logisztikai rendszer hatékonyan tudja támogatni a harcoló erőket. A gyártó a harctéren, az üzemeltető által egyszerűbben cserélhető szerelési egységeket LRU-nak (Line Replaceable Unit – a harcvoalban cserélhető elem) nevezi, míg a bonyolultabban, speciális eszközökkel és feltételek megléte esetén cserélhető elemeket SRU-nak (Shop Replaceable Unit – műhelyben cserélhető egység) nevezte el. A magyar szaknyelv még nem talált megfelelő magyar megnevezéseket ezekre az új fogalmakra. A *csatlakoztatható és szerelhető egység* kifejezések talán szabatosan fejezik ki a jelentésüket. Ezen követelmények alapján a helyszínen (csatlakoztatható) és a műhelyben cserélhető (szerelhető) részegységek, szerelési egységekből megfelelően (ellátási szinteken) lépcsőzött készleteket kell képezni annak érdekében, hogy a csereelemek a megfelelő üzemeltetési szinteken rendelkezésre álljanak. Ez utóbbi követelmény teljesülése nélkül a haditechnikai eszközök nem üzemeltethetők. A tartalék alkatrészek, szerelési egységek (részegységek, fődarabok) megfelelő (ellátási) szinteken történő készletezése biztosítja a magas hadrafoghatóságot, támogatja a műveleti célok elérését. Amennyiben alkatrész, sze-

relési egység hiánya miatt nem lehetséges a meghibásodott eszközök helyreállítása, akkor a harceszköz tartósan (műveleti szempontból véglegesen) kiesik a feladtból, így – szervezeti, technikai tartalékok hiányában – veszélyezteti az adott kötelék küldetésének végrehajtását.

Napjainkban minden jelentős haditechnikai eszközbeszerzés komplex csomag részeként zajlik, mely tartalmaz valamilyen szintű (gyártói) logisztikai támogatást, alkatrész- (szerelési egység) csomagot annak érdekében, hogy minimális időtávra – ami általában 2-5 évet takar – a rendszerbe állítás megkezdődhesen, illetve az üzemeltetési rendszer kialakítható legyen. Az ennél hosszabb távú üzemeltetés feltételeinek megteremtése, biztosítása jellemzően újabb támogatási szerződések keretében történik, az adott ország haderejének követelményeihez igazodó üzemeltetési rendszer elemeként.

A BUNDESWEHR ÜZEMELTETÉSI RENDSZERE

A Leopard 2-es harckocsicalád üzemeltetési rendszere a gyártó által előírt normák betartásával az adott haderő alkalmazási üzemeltetési filozófia (rendszer) alapján működik. A legnagyobb tapasztalattal természetesen a Német Szövetségi Haderő (Bundeswehr – BW) rendelkezik, ezért annak lényegi elemeit célszerű röviden áttekinteni.

A BW a '60-as években kidolgozott egy üzemfenntartási rendszert, amely

az állami szervezetek technikai eszközeinek kiszolgálási folyamatait próbálta egységes szemlélet mentén kezelni. Ennek lényege, hogy az egyes technikai eszközök üzemeltetését négy anyagfenntartási szinten (Materialenhaltungsstufe – MES) hajtják végre, mindegyiken eltérő mélységű beavatkozásokkal, melyekhez eltérő szaktudás és anyagi eszközök szükségesek. Az egyes szintek képesek a megelőző karbantartás és a helyreállítás meghatározott (szintnek megfelelő mélységű) feladatait végrehajtani. Az eredeti német elgondolás alapján az üzemeltetési szintek az alábbiaknak megfelelően tagozódnak a BW hivatalos megfogalmazásában:

MES 1 szint: a felhasználó által végzett karbantartás;

MES 2 szint: a felhasználó által, egy karbantartó alegység támogatásával végzett karbantartás;

MES 3 szint: javító/karbantartó alegység által végzett karbantartások, javítások;

MES 4 szint: magasabb szintű javítószervezet (gyár vagy ipari szereplő) által végzett javítások. [3]

A gyár által kialakított speciális szerszám- és diagnosztikai berendezéskészleteket (Special Tools and Test Equipment – STTE) a fenti MES-szintek alapján állítják össze, így az alkalmazó haderő logisztikai támogatási szintjeinek megfelelően lépcsőzve helyezkednek el a haderő struktúrában (század, zászlóalj, dandár, központi vagy magasabbegység logisztikai szervezeteknél).

3. ÁBRA. Ideiglenes karbantartó helyiség az MH Klapka György 1. Páncélosdandár laktanyájában
(Forrás: honvedelem.hu / Kertész László)





4. ÁBRA. Leopard 2A7HU harckocsik a tárolásukra szolgáló hangárok előtt (Fotó: MH KGY 1. pc. dd. / Kertész László)

MEGELŐZŐ KARBANTARTÁS

A KNDS által kidolgozott szisztéma a megelőző karbantartás rendszerét futás és időnorma alapján meghatározott különböző szintű (és mélységű), de egymásra épülő technikai kiszolgálási folyamatokban határozza meg. A naptári vagy üzemidőnorma alapján meghatározott technikai kiszolgálásokat a „Fristenarbeiten” (határidős vagy időszakos munka), rövidítéseként F1–F6 megnevezésekkel jelölik. [4] Az egyes kiszolgálási feladatokat a karbantartási (üzemeltetési) utasítások tartalmazzák, a szükséges eszközök és anyagi készletek meghatározásával együtt. Az F1 negyedévente, az F2 félévente, az F3 évente, az F4 kétfévente, az F6 tízévente [4] hajtandó végre, azonban mindegyik² idő- vagy teljesítménynorma (meghatározott üzemidő, üzemanyag-fogyasztás) alapján történik, amelyiket előbb éri el a harcjármű. A gyári előírások összhangban vannak a BW által régóta alkalmazott – fentebb említett – üzemeltetési szintekkel, így az egyes MES-szinteken meghatározott norma szerinti technikai kiszolgálások hajthatók végre. A magasabb szintű kiszolgálások magukban foglalják az esedékes, alacsonyabb

szintű tevékenységek végrehajtását, ezért az egyes speciális eszközkészletek tartalmazzák az alacsonyabb szinten végrehajtandó tevékenységekhez szükséges eszközöket is. A MES 3 speciális szerszámkészlet tartalmaz MES 2 felszerelést, illetve a MES 2 is tartalmazza a MES 1 szinten lévő eszközöket. Ez utóbbi miatt általában az egyes szintek szorosan kapcsolódnak az adott haderő logisztikai rendszerében kialakított kiszolgálási szintekhez a felesleges duplikációk elkerülése érdekében. A Leopard 2-es harckocsik esetében a MES 1 a harckocsikezelői szintű ellenőrzésekhez szükséges eszközöket, szerszámokat tartalmazza. [4] Ezek egy része a harckocsi TASZT-készletében³, más elemei (fegyverzet és páncélostechikai speciális szerszámkészletek) századszinten, a századtechnikusoknál találhatók meg. A harckocsizászlóalj karbantartó alegysége képes a MES 2 szintű technikai kiszolgálások végrehajtására, például képes harci körülmények között végrehajtani a meghajtás (a motor és erőátvitel egy csatlakoztatható egységbe szerelve, idegen szóval „power pack”) cseréjét. [4; 6. o.] A magasabb szintű kiszolgálást (MES 3) a dandár logisztikai alegysége – a logisztikai zászlóalj – hajtja végre, így az ezekhez szükséges speciális eszközöket ezen a szinten rendszeresítik. A legmagasabb szintű technikai kiszolgálásokat csak a MES 4 speciális felszereléssel rendelkező szervezetek képesek végrehajtani, amelyek jellemzően a gyártó vagy a haderő központi javító szerve esetleg a gyártó által felkészített és felszerelt gazdasági szereplők lehetnek. [4; 7. o.]

HELYREÁLLÍTÁS

A magyar szaknyelv javításnak nevezi a meghibásodott vagy sérült haditechnikai eszközök hadrafoghatóvá tételét, a NATO-előírások azonban e folyamatot a helyreállítás (Recovery) megnevezéssel definiálják. Annyiban pontosabb az utóbbi, hogy magába foglalja a műszaki mentés feladatait is, így alkalmazáselméleti szempontból helyesebb. A folyamat során

a meghibásodások beazonosításában a karbantartó személyzetet fejlett digitális diagnosztikai rendszerek segítik, amelyek egy részét a harckocsi beépített önellenőrző rendszerei jelentik, míg a másik részét az adott típushoz tartozó üzemeltetési-karbantartási rendszer hardver- és szoftverelemei biztosítják. Utóbbinak része a jármű alkatrészeinek adatbázisa, amely fejlett technológiák segítségével támogatja a meghibásodott alkatrészt tartalmazó szerelési egység pontos beazonosítását.

Harci körülmények között a meghibásodás tényét jelentő kezelőszemélyzet után az adott alegység megfelelő szaktudással rendelkező, üzemeltetésért felelős technikusja jelenti (szakmai) eljárójának az észlelt hibát. A meghibásodás jellegének megfelelő technikai segítségnyújtás érdekében a meghibásodott alkatrészt tartalmazó csatlakoztatható egységet kicserélik, majd a hibás egységet a logisztikai szakemberek, a hiba jellegének megfelelő javító szervezethez küldik, és intézkednek annak javítása érdekében. A harckocsi a gyors, néhány perces vagy néhány tízperces kiesést követően újra hadrafoghatóvá válhat. Természetesen a harc helyzet körülményei befolyásolhatják a helyreállítás időtartamát, de amennyiben nem szükséges hátravontatni vagy hátramosztatni a harceszközt, akkor az hatékonyan és gyorsan ismét harcbavethetővé válik. A rendszer előnye, hogy *minimalizálja a harceszközök helyreállításához szükséges időt*, azzal együtt, hogy *közben csökkenti a harcterületen végrehajtandó veszélyes logisztikai (műszaki mentési) feladatok számát és időtartamát*. Ez utóbbi tény különösen fontos napjaink harctéri fenyegetéseinek, elsősorban a különböző öngyilkos drónok veszélyének kitett vontatott vagy meghibásodás miatt vesztglő harceszközök esetében. A csapatszintű logisztika három szintjén lépcsőzött speciális és általános szerszámkészletek a helyreállításához szükséges időt a Magyar Honvédség korábbi normatíváihoz hasonló időtartamban biztosítják. ■

(Folytatjuk)

HIVATKOZÁSOK

- [1] AJP 4, Allied Joint Doctrine For Logistics, Edition B Version, 5-2 (5.8);
- [2] AJP 4, Allied Joint Doctrine For Logistics, Edition B Version 1, Dec. 2018, 1–2.;
- [3] Waninger, Sina. Ausbilden für die Logistik der Bundeswehr. <https://www.bundeswehr.de/de/organisation/streitkraeftebasis/auftrag/logistik/logistische-ausbildung> (Letöltve: 2024.4.16.);
- [4] Vollert, Jochen. Leopard 2 Maintenance, Tankograd Publishing, 2013, p. 6.;
- [5] A kép forrása: <https://www.militaryimages.net/threads/qatar-military-photos.7837/> (Letöltve: 2023.12.11.).

² A fegyverzet és a meghajtás egyes üzemidő és naptári normái eltérhetnek, a felsorolás általános jellegű.

³ Tartalék alkatrészek, szerszámok, tartozékok magyar rövidítése, melyek a harc- és gépjárművekhez rendszeresített egyedi készletek, azok fedélzetenálhazva. A kezelők általi egyszerűbb kiszolgálások, ellenőrzések, beszállások végrehajtására szolgálnak, angolul „onboard tools”.

ZSITNYÁNYI ATTILA*

KÖNNYŰ PÁNCÉLVÉDETT BÁZISJÁRMŰCSALÁD FEJLESZTÉSE MAGYARORSZÁGON

Összefoglalás: A Haditechnika korábbi számaiban (2019/6., 2020/1.) részben bemutatott a GAMMA Zrt. által kifejlesztett és gyártott Komondor járműcsalád megvalósult típusváltozatait. A tanulmányban megjelent, hogy a fejlesztés az ötödik prototípusjármű-változat leszállításával sem áll meg, további cserefelépítmények és akkor még meg nem nevezett típusváltozatok kialakítása is várható. Jelen cikk a távvezérelhető, autonóm üzemre is képes hatodik típusváltozat fejlesztésének célját, megvalósításának lépéseit, folyamatait és a fejlesztés első három munkaszakaszában elért eredményeit mutatja be.

Kulcsszavak: védelmi ipari kutatás-fejlesztés, autonóm járművek, vegyi felismerés, CBRN Chemical, Biological, Radiological and Nuclear), Komondor, GAMMA Zrt., Széchenyi István Egyetem, magyar hadiipar

Abstract: In the first two parts of the series (Haditechnika 2019/6., 2020/1.), we presented the realized versions of the Komondor vehicle family developed and manufactured by GAMMA Zrt. It appeared in the study that the development did not stop with the delivery of the fifth prototype vehicle version, further superstructures and the development of as yet unnamed vehicle variants were also expected. This article presents the goal of the development of the remote-controlled, autonomous sixth vehicle version, the steps and processes of its implementation, and the results achieved in the first three work phases of the development.

Keywords: defence industrial R&D, autonomous vehicles, CBRN reconnaissance, CBRN, Komondor, GAMMA Zrt., Széchenyi István University, Hungarian Defence Industry



1. ÁBRA. Az RDO-3921 bázisán kialakításra került RDO-3927 önvezérlésre alkalmas, távvezérelhető jármű (Forrás: Gamma Zrt.)

A KOMONDOR RDO-3927 TÍPUSJELŰ JÁRMŰ

ELŐZMÉNYEK, FEJLESZTÉSI ELKÉPZELÉS

A GAMMA Zrt. több mint egy évtizede foglalkozik a Komondor könnyű páncélvédett harcjárműcsalád fejlesztésével és gyártásával. (1. táblázat) Az alapvetően katonai, rendvédelmi célokra kifejlesztett, korábban már bemutatott 5 típusváltozat tesztelése, képességeinek demonstrálása során merült fel az az igény, hogy a speciális katonai vagy polgári műveleti környezetben, az előerő-szükséglet csökkentése vagy annak védelme érdekében szükség lehet olyan járművekre, amelyek már táv- vagy önvezérléssel is képesek működni. Ebben az esetben a használati/bevetetőségi követelményeknél nem kell kompromisszumokat kötni az előerő védelme miatt, a járművet és a felépítményt a tervezéskor a feladat végrehajtására lehet optimalizálni.

A cég elmúlt 104 évét folyamatosan jellemezte az innováció. [1] Figyelembe véve Magyarország ambícióit az autonóm járműfejlesztések területén, a GAMMA Zrt. szakemberei úgy gondolták, hogy a Komondor járműcsalád fejlesztése során szerzett tapasztalatokra alapozva hozzá tudnak járulni a hazai sikerekhez, ha együttműködő hazai partnerek bevonásával egy új, önvezérlésre alkalmas, távvezérelhető bázisjárművet alakítanak ki.

2020-ban a GAMMA Zrt. és az autonóm rendszerek – azon belül is az önvezető járművek és az autonóm robotok – területén kutatásokat végző Széchenyi István Egyetem Járműipari Kutatóközpontja (SZIEJK) konzorcium keretében pályázatot nyújtott be a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatalhoz önvezető járműfejlesztés témában.

* PhD, doktorandusz
PTE ÁOK. ORCID:
0000-0003-3571-652X

1. TÁBLÁZAT. A 2011–2021 között elkészült Komondor bázisjárművek főbb jellemzői (A szerző szerkesztése, forrás: GAMMA Zrt.)

A 2011–2022 között elkészült KOMONDOR bázisjárművek főbb jellemzői:

						
	RDO-3221	RDO-3121	RDO-3921	RDO-3927	RDO-3932	RDO-4332, RDO-4336
Hosszúság [mm]	6 400	5 600	2 500	6 600	8 080	8 100
Szélesség [mm]						2 550
Magasság [mm]	3 280	2 600	2 815	2 815	2 815	3 050
Üres tömeg [kg]	13 350	12 450	14 850	13 000	16 500	18 000
Megengedett tömeg [kg]	17 500	17 000	17 500	17 500	27 000	31 000
Max. vontatmány tömege [kg]	25 000	23 800	25 000	25 000	35 000	38 000
Motortípus, tüzelőanyag, besorolás	IVECO Tector 279, 6 h., dízel, Euro5.	Cummins ISB 6,7, 6h., dízel, NR.	Cummins ISB 6,7, 6h., dízel, NR.	Cummins ISLe 8,9, 6 h., dízel, Euro3.	Cummins ISG 12, 6 h., dízel, Euro5.	Cummins ISG 12, 6 h., dízel, Euro5.
Lökettérfogat [cm³]	5 880	6 700	6 700	8 900		12 000
Max. teljesítmény/fordulatszám [kw (LE)/ford/perc]	208 (279) / 2 700	271 (364) / 2 600	253 (340) / 2 200	335 (450) / 2 100	373 (500) / 1 600	
Tüzelőanyag-fogyasztás országúton l/100km]	30	28	36	42	50	
Tengelykapcsoló	1 tárcsás, száraz			hidrodinamikus		
Sebességváltómű	6 sebességes mechanikus, ZF 6S-1000-9S.	6 sebességes automata, retarderrel, Allison 3000.	6 sebességes automata, retarderrel, Allison SP 3200.	6 sebességes automata, retarderrel, Allison 4000.		
Osztómű	3 fokozatú, differenciálzárral, ZF VG 760		3 fokozatú, differenciálzárral, ZF VG 1600/300			
Futómű	Merev hidak, laprugók, hidraulikus lengéscsillapítás, IVECO.	Független felfüggesztésű hidak, csavarrugók, hidraulikus lengéscsillapítás, AxleTech ISAS 4000.	Független felfüggesztésű hidak, csavarrugók, hidraulikus lengéscsillapítás, AxleTech ISAS 4000.	Független felfüggesztésű hidak, csavarrugók, hidraulikus lengéscsillapítás, AxleTech ISAS 4500.		
Hajtott kerekek száma [db]	105	110	105		6	
Max. sebesség úton [km/óra]			395/85 R20			
Gumiabroncs	395/85 R20	365/80 R20	395/85 R20			
Fékek	Kétkörös légfék, westing-jellegű rögzítőfék a hátsó tengelyen, minden keréken dobfék.	Kétkörös légfék, westing-jellegű rögzítőfék a hátsó tengelyen, minden keréken dobfék.	Kétkörös légfék, westing-jellegű rögzítőfék a hátsó tengelyen, minden keréken leghűtésű tárcsafék.			



A FEJLESZTÉS CÉLJA ÉS TERVEZETT FÁZISAI

A GAMMA Zrt. és a SZIEJK természetesen nem kívántak a területen több tíz éves fejlesztési tapasztalattal rendelkező nagy járműgyártó cégek babéraitra törni. A fejlesztés eredményeként egy olyan járműcsalád első tagját tervezték megépíteni, amely más hazai fejlesztőknek, kutatóintézeteknek is lehetőséget biztosít a saját megoldásaik tesztelésére vagy a már meglévő kapcsolódó termékeik bemutatására, segítve ezzel a magyarországi önzvezetőjármű- és az ahhoz kapcsolódó felépítményfejlesztéseket is.

2021 januárjában a konzorcium megkezdte a „Modulrendszerű, önvezérlésre alkalmas, távvezérelhető, könnyű páncélvédelemű félplatós terepjáró katonai és katasztrófavédelmi célú terepjáró bázisjármű és kapcsolódó cserefelépítmények fejlesztése” címmel megnyert, 2020-1.1.2-PIACI-KFI-2020-00065 azonosítószámú pályázat megvalósítását. [2]

A szerző korábbi tanulmányában (HT, 2020/1.) ismertetett, a katasztrófavédelmi szaklegységeknél évek óta rendszerben lévő RDO-4336-os változat sikere nemcsak arra világított rá, hogy a járműre épülő szakmai képességet további egyedi felépítményekkel érdemes bővíteni, hanem bebizonyította, hogy az új típusváltozatokat érdemes a cserefelépítményes koncepció alapján kialakítani. [4]

A 2024 végéig megvalósuló innovációs projekt fő célkitűzése egy távvezérelhető, autonóm üzemre is képes, de szükség esetén kezelővel működtetett jármű és ahhoz kapcsolódó képességek kialakítása lett. Célként fogalmazódott meg egy nehéztéri viszonyok között is alkalmazható, fizikai behatásokkal szemben védelmet biztosító alapjármű kifejlesztése és megépítése, amely többcélú alkalmazást tesz lehetővé, és egyben biztosítja az önvezérléshez szükséges rendszerintegráció alapvető feltételeit, valamint lehetőséget biztosít cserefelépítmények hordozására is.

A fenti célokat négy munkaszakaszban tervezték elérni:

- Az első szakaszban megtervezik és megépítik a 4 × 4 kerékképletű, félplatós bázisjármű-változatot, integrálják a környezetérzékelő szenzorrendszereket, a helymeghatározó, kommunikációs és vezérlőeszközöket.
- A második szakaszban a prototípus továbbépítése történik. Az integrációra tervezett energiaellátó rendszerek (elektromos, pneumatikus, hidraulikus), illetve szabványos csatlakozási felületek révén a jármű alkalmas lesz speciális felépítmények fogadására, azok bizonyos szintű energiaellátására.
- A harmadik munkaszakaszban kerül sor a mintafelépítmény kifejlesztésére, amely kihasználja a jármű képességeiben rejlő lehetőségeket, hogy kezelőszemélyzet nélkül lehessen végrehajtani a szakfeladatot. A SZIEJK fejleszti és integrálja a távvezérlésre már alkalmassá tett bázisjárműhöz az autonóm működést biztosító járműirányítási funkciókat.
- A megvalósítás utolsó szakaszában véglegesítik majd a járművet, a speciális szakfelépítményt és annak működőképes alrendszereit.

TERVEZETT ÉS TOVÁBBI LEHETSÉGES MŰSZAKI MEGOLDÁSOK

A GAMMA Zrt. elkötelezett a hazai ipar, védelmi ipar fejlesztése iránt, így már a projekt előkészítése során keresték azokat a lehetséges magyar partnereket, akiknek a innovatív termékei, megoldásai megjelenhetnek az általuk fejlesztett járművön. [5] Itt olyan elemekre is gondoltak, amelyekre a projekt megvalósításához nincs feltétlenül szükség, azonban lehetőséget teremt a hazai cégeknek, hogy a kapcsolódó termékeiket ennek apropóján kipróbálhassák vagy bemutathassák.

A projekt sok kihívást tartogatott mindkét konzorciumi partner számára. A GAMMA Zrt. részéről újdonságot jelentett az olyan technológiai megoldások megtalálása és alkalmazása, amelyek lehetővé teszik a jármű megkívánt autonómiásintjéhez kapcsolódó rendszerek csatlakoztatását, a kezelőszemélyzet nélküli megbízható vezérlést, terepen és

szélsőséges környezeti viszonyok között. A fejlesztés alapját képező Komondor járműcsalád olyan kompakt eszköz, ahol éppen az egyedi védeltséget biztosító kialakítás miatt szinte minden rendelkezésre álló hely optimálisan beépített, így külön kihívásként jelentkezett a konstrukció olyan jellegű áttervezése, amely biztosítja az autonóm működtetéshez szükséges kommunikációs, vezérlő- és tesztrendszerek integrációjának lehetőségét. A projekt egyediségéből adódóan természetesen számos olyan feladat jelentkezett, amelyekkel korábban még nem találkoztak. Ilyen volt az addig tisztán hidraulikusan megoldott kormányberendezés, illetve a légfékrendszer olyan szintű átalakításának szükségessége, hogy azok külső hozzáféréssel is vezérelhetők legyenek, de egyben megfelelő védelemmel is rendelkezzenek idegen behatásokkal szemben. Ezeken felül kihívás volt a távvezérléshez, az autonóm üzemhez kapcsolódó vezérlőelemek integrációja, a jármű indíthatóságának, sebességvezérlésének távvezérelt megoldása, illetve a tervezett alkalmazási körülményekhez, tesztekhez szükséges biztonsági funkciók kialakítása.

A követelmények meghatározását követően felmérték az igényeket kielégítő rendszer elemek elérhetőségét. Alapvetően a korábbi partnereik bevonásával tervezték megoldani ezeket a kihívásokat. Így merült fel a korábban alkalmazott Cummins IS-Le9 típusú motor nagyobb teljesítményű változatának alkalmazása, kielégítve ezzel a hidraulikus és elektromos rendszerek többletenergia-igényét. A nyomatékvaltó kapcsán újra az Allison SP3200-as automata váltócsaládra esett a választás azzal az eltéréssel, hogy a segédhajtások miatt a teljesítményleadásra (Power Take-Off – mellék-hajtás) alkalmas „PTO” kialakítást választották. A távvezérelt, autonóm üzem számos további szerkezeti módosítást követelt meg, amelyek közül kiemelkedett a kormányzás és a fékezés biztosításához kapcsolható rendszerek kialakítása. A korábbi járművekben alkalmazott hidraulikus vezérlésű Csepel

¹ Nemzetközi környezetben „Optionally Manned”-nek nevezett járműváltozat.

A700-as kormányművek kiváltására elektro-hidraulikus kormányművet terveztek, de sajnos a hazai bázisról ebben a tömegkategóriában nem találtak a terveknek megfelelő megoldást. Ezek után vizsgálták meg az egyéb lehetőségeket. Két olyan, polgári eszközökben már létező megoldást találtak, amely alkalmas 9 tonna terhelhetőségű tengelyek kormányzására, az integrált elektromotorjuk pedig lehetőséget biztosít külső jellel történő irányváltásra. Az alkalmasnak ítélt elektro-hidraulikus kormányművek a BOSCH ServoTwin és a TRW(ZF) ReAX rendszerei voltak. A fékrendszer vonatkozásában a korábbi fejlesztéseiket is szakmailag támogató Knorr Bremse vállalatra támaszkodva keresték a megoldást. Célravezetőnek tűnt, hogy az addig tisztán csak ABS- (Anti-lock Brake System – blokkolásgátló) elemeket tartalmazó légfékrendszerüket Elektronikus Fékrendszer (Electronic Brake System – EBS) vezérlővel egészítsék ki. A jármű gyorsítására és lassítására a motor vezérlőelektronikája biztosított lehetőséget. Ezek és a további elemek (gyújtás, indítás, világítóberendezések, vészjelzés) csatlakoztatása, illetve távvezérelt működtetése miatt szükségessé vált a korábbi fedélzeti elektronika áttervezése és átprogramozása.

A MEGVALÓSÍTOTT MŰSZAKI MEGOLDÁSOK, MŰHELYSZINTŰ VIZSGÁLATOK ÉS TESZTEK

A tervezési, majd a megvalósítási fázist érintő pandémiás, később háborús események gazdasági hatásai alapjaiban változtatták meg az elképzeléseket. Amikor gazdasági hatásokról beszélünk, mindenki az inflációra, a megemelkedett árakra gondol, de ennél sokkal összetettebb hatásokkal is szembesülniük kellett. A közel háromszorosára növekedett alapanyagárak is már jelentős változtatásokat igényeltek, de ennél nagyobb gondot okozott az egyes termékek esetében 10–12 hónapra növekedett beszállítói határidő vagy a kiválasztott, korábban évek óta alkalmazott termékek beszerzésének ellehetetlenülése. A kezdeti hiányokat követő felfutási szakaszban a korábbi megbízható partnerek a feltorlódtól igények miatt változtattak ellátási, támogatási politikájukon; például csak a 25 darabnál nagyobb sorozatokat megrendelő felhasználókra koncentráltak. A kutatási és fejlesztési jellegű projektekhez az alkatrészeket a tervezet ütemezéséhez képest vállalhatatlanul hosszú határidővel szállították volna le, a beszállítók mérnöki kapacitásainak leterheltsége miatt pedig nem tudták ellátni a projekteket a módosított termékekkel. Ezek az akadályok ve-

zetek ahhoz, hogy a konzorciumnak változtatni kellett az eredeti műszaki elképzeléseken, és fél évvel a program indítását követően, újra kellett tervezni az egész járműkonstrukciót. A pályázati célok elérése, illetve a vállalt költségvetési keretek betartása érdekében úgy döntöttek, hogy az új járművet a már meglévő RDO–3921 bázisjármű (2. ábra) műszaki alapjait felhasználva alakítják ki. Így a tervezett RDO–3927² típusjelű változat (1. ábra) megvalósítása során az ellehetetlenült vagy túl költséges beszerzések miatt ideiglenesen hiányzó elemek pótlását a már más projektekhez lekészletezett anyagokkal és részegységekkel is el lehetett végezni.

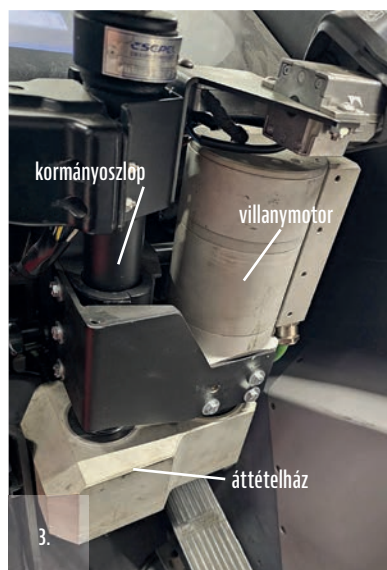
Eredményként egy szimplafülkés járművet valósítottak meg, ahol a vezetőtér biztosítja a személyek, a különböző mérőrendszerek, a tesztelek és azok energiaellátó rendszereinek elhelyezését, míg a félplatós kialakítás a cserefelépítmények fogadására alkalmas, amelyek az igényeknek megfelelően lehetnek nyitott vagy zárt kialakításúak.

A piacon nem elérhető kormányberendezés-részegységek és fékrendszer-elemek helyett alternatív, de funkcióban egyenértékű kiváltó megoldásokat kerestek. A távvezérelhető kormányzási megoldást mindenképpen a meglévő rendszerbe integrálható elemmel képzelték el, amely lehetőség szerint a már kiépített hidraulikus elemek megbonthatása nélkül is beépíthető. A fejlesztés során felvették a kapcsolatot – a más területen korábban együttműködő – BIBUS Kft. szakembereivel, akik már építettek hasonló rendszert, igaz más kategóriájú járműbe. A közös tervezésbe bekapcsolódott az eredeti kormányrendszert szállító [6] Draspó Tempo Kft. szakembergárdája is; ennek eredményeként kialakították azt a követelményeket kielégítő elektromos rendszert, amelyet végül beépítettek a járműbe. A kialakítás lényege, hogy a meglévő kormányoszlopba integrált hajtóművet egy 48 V-os egyenáramú villanymotor hajtja, amelyet egy enkóderes vezérlőn keresztül lehet működtetni. (3. ábra) Alaphelyzetben, amikor a rend-

2. ÁBRA. RDO-3921
bázisjármű
(Forrás: GAMMA Zrt.)



² A 3927 típusszám jelentése: 3900 mm tengelytávú (39), kéttengelyes (2), szimplafülkés, félplatós, speciális jármű (7).



szert inaktív, és a járművezető forgatja a kormányt, akkor csak a villanymotor ellenállását kell pluszban legyőzni, amely nem jelent jelentős kormányzásierő-növekedést. Távvezérelt üzemben pedig CAN³ rendszeren keresztül vezérelhető a villanymotor, ezáltal a kormányzás. Az ehhez szükséges elektromos energiaigény kielégítése miatt egy kiegészítő 48 voltos elektromos rendszert kellett a járműbe integrálni, amelyet egy hidraulikusan hajtott speciális generátor, négyakkumulátoros energiatároló blokk és az ezekhez kapcsolódó elektromos vezérlőelemek révén valósítottak meg. Ez az elektromos rendszer a kormányzás maximális energiaigényén túlmenően mintegy 3 kW plusz teljesítményt tud biztosítani, amelyet egyéb, a járműben található vagy a felépítményhez tartozó fogyasztók működtetésére is fel lehet használni.

A fékrendszer kialakítása során el kellett kerülni, hogy az integrált rendszer bármilyen hatással legyen a jármű már bevizsgált fékrendszerére, hogy annak inaktív állapota se befolyásolja az üzemi- és rögzítőfék hatáskörét. Üzemi féknél megoldásként egy CAN utasításokkal szabályozható működtetésű pneumatikus munkahengert építettek be a pedálszelephoz, amely a jármű féklevető körétől különállóan kapja a működtető levegőnyomást. A mechanikusan a fékpedálhoz illesztett működtető rendszer inaktív állapotban semmilyen hatással nincs a jármű fékrendszerére, működése során pedig a fékpedállal mindenkor felülvezérelhető. Rögzítőfék esetében a jármű fedélzeti elektronikájáról vezérelt pneumatikus szelepekkel oldható meg a kívánt működés, amely kialakításából adódóan inaktív állapot vagy hiba esetén

sem befolyásolja az eredeti manuális rögzítőfék működtetését.

A főbb rendszer elemek átalakítása mellett számos más, korábbiakban nem alkalmazott megoldást kellett kifejleszteni, így meg kellett oldani a távvezérelhető gyújtáskapcsolást, az indíthatóságot, a gázpedálvezérlést, a sebességváltást oly módon, hogy emberi közreműködés esetén is működtethetőek legyenek ezek a funkciók. Külön feladatként jelentkezett a biztonsági funkciók rendszerének kidolgozása.

A többlépcsős, egymástól független rendszerek biztosítják, hogy távvezérelt, autonóm üzemmódban a járműben tartózkodó személy szükség esetén be tudjon avatkozni a jármű irányításába. A járművezető helyén ülő egyén a fékpedál lenyomásával vagy az autonóm üzemi kézi kapcsoló működtetésével átveheti a jármű

3. ÁBRA. Az RDO-3921 Komondor elektromos kormányműve (A szerző felvétele)

4. ÁBRA. Kombinált LiDAR, kamera és radioaktív sugármérő-egység (A szerző felvétele)

5. ÁBRA. RDO-3927 Komondor, önvezérlésre alkalmas, távvezérelhető jármű főbb elemei (A szerző szerkesztése)



³ CAN: Controller Area Network – a járműiparban használt kétvezetékű, soros buszt és a hozzá tartozó protokollt jelenti.

irányítását. Ezenfelül bármely pozícióból elérhető a vészleállító kapcsoló, amelynek aktiválásával a jármű autonóm rendszerei deaktiválódnak, a jármű üzemi fékrendszere előre beállított lassulást generál, a kormányrendszer pedig meggátolja a jármű irányváltását. Az autonóm üzemi rendszerek meghibásodása esetén (ideértve a vezérlőelemekkel történő kommunikációs hibákat is) figyelmeztető vizuális és akusztikus jelzés jelenik meg. A normál, az autonóm és a hibaüzemi állapotok a jármű központi műszerfalegységén is kijelzésre kerülnek.

A rendszerelemek folyamatos változtatása, a fejlesztési folyamatokban történő előrehaladás maga után vonta a fedélzeti elektronika szoftveres változtatásait is. A járművezérlés kialakításában együttműködő SILEX Ipari Automatizálási Zrt. munkájának köszönhetően az alapjárműbe integrált rendszerek a tesztek során megfelelően működtek.

A SZIEJK kutatói közben az ideális járműirányítási rendszereken dolgoztak. A virtuális térben elvégzett szimulációk és a megépített tesztrendszereken végzett mérések eredményeit figyelembe véve specifikálták azokat az érzékelő, adatfeldolgozó, kommunikációs és vezérlőelemeket, amelyeket integrálni kellett a bázisjárműbe. Ezeket figyelembe véve a GAMMA Zrt. dolgozói kialakították a SZIEJK által a tesztelekhez biztosított LiDAR-ok (Light Detection And Ranging – lézér-

alapú távérzékelés) és nappali kamerák meghatározott pozícióban történő, környezeti hatásokkal és fizikai behatásokkal szemben védett rögzíthetőségét, a rendszerelemek megfelelő védettséggű elektromos és kommunikációs hálózatát. Megalkottak egy univerzális kiegészítő keretet is, amely bármely későbbi igény kielégítéséhez szükséges szenzorok és antennák fogadására alkalmas. (4., 5. ábra)

A vezetőfülkében kialakítottak egy klimatizált szekrényt, amely helyet biztosít a vezérlőrendszer elemeinek, az adattovábbító és -feldolgozó berendezéseknek, illetve más, később integrálható fedélzeti rendszereknek. Mind a parancsnoki pozícióból, mind a személyzeti térből lehetőség nyílik a tesztelés során a vezérlési és megfigyelési feladatok ellátására.

A fejlesztési célkitűzések további fontos eleme a többfunkciós feladatellátást támogató, nyitott és zárt cserefelépítmény-rendszer kidolgozása és megépítése volt, amely lehetővé teszi a felhasználói igények alapján kialakított, különféle szakmai képességekkel rendelkező felépítmények kifejlesztését. Ezek későbbi alkalmazhatósága már ebben a fázisban megkövetelte az alapjármű speciális kialakítását. A felépítmény rögzítését biztosító egyedi csatlakozókon túlmenően meg kellett oldani a lehetséges fogyasztók energiaellátását, a kommunikációs, az elektromos, a hidraulikus és a pneumatikus csatlakoztatá-

si pontok kiépítését. Ennek érdekében a jármű nyomatékvaltójáról hajtott, álló helyzetben is működtethető hidraulikus rendszert is kiépítettek, amely alkalmas egy mellső szerelvénytartón elhelyezhető eszközök (tolólap, hómáró, mulcsozó stb.) elektronikus szabályozott meghajtására is.

Az elvégzett fejlesztéseket folyamatos tesztelesekkel ellenőrizték. Megvizsgálták, hogy a bázisjármű szerkezetiileg megfelelően szilárd-e, a rendszerei pedig megbízhatóan, az elvárt céloknak megfelelően működnek-e. A terepi vizsgálatok során különböző akadályokon (szinus, félsinus, emelkedő, szembelepcső) vizsgálták a bázisjármű működőképességét, mobilitását. A vizsgálati eredmények alapján bebizonyosodott, hogy a megépített RDO-3927 típusú alváltozat – a korábbi típusokhoz hasonlóan – kiemelkedő terepjáró képességekkel rendelkezik, kialakítása kielégíti a tervezés során támasztott műszaki követelményeket. (6. ábra) Megvizsgálták, hogy a távvezérlés beépített rendszerelei milyen hatással vannak a jármű normál használatára. A mérések, illetve tapasztalati eredmények azt igazolták, hogy sem a fékrendszer, sem a kormányberendezés módosítása nincsenek korlátozó hatással a normál vezethetőségre, a minimálisan megnövekedett kormányzási erő bőven a megengedett határon belüli volt.

A távvezérelt funkciók működőképességének ellenőrzése során, az egyedileg kiépített tesztkörnyezetben sikeresen elvégezték a jármű indítását, leállítását, a kívánt sebességi fokozat kiválasztását, növelték, illetve csökkentették a motor fordulatszámát, szabályozottan vezérelték a fékrendszert, a kívánt pozícióba kormányozták a mellső kerekeket. A mérések alapján megállapítható volt, hogy a jármű maga alkalmas távvezérelt, illetve autonóm üzemre való felkészítésre.

A fejlesztés harmadik fázisában összeállították a demonstrációra tervezett felépítmény végleges műszaki követelményrendszerét, meghatározták az integrálandó vagy integrálható berendezések és műszerek csoportját, elkészítették a teljes elektromos és kommunikációs hálózat rendszer-

6. ÁBRA. RDO-3927
Komondor tesztelése
(A szerző felvétele)



tervét. A feladat összetettségét mutatja, hogy olyan blokkosított, moduláris rendszerű felépítést kellett létrehozniuk, amely lehetőséget biztosít a különböző műveleti feladatokhoz (CBRN-felderítés, határvédelem, karhatalmi feladat, rendezvénybiztosítás stb.) szükséges képességek kialakítására. A felépítmény energetikai rendszerét úgy tervezték meg, hogy az integrált elemek tudjanak külső elektromos betáplálásról is üzemelni ugyanúgy, mint meghatározott idejű autonóm üzemben. A kialakított vezérlő- és kommunikációs rendszert alapvetően távvezérelt üzemre tervezték, amely alapján az integrált rendszerek által gyűjtött adatok egy központi adatgyűjtőn keresztül, a beépített kommunikációs egységek révén jutnak el a jármű vezérlőközpontjába. Demonstrációs célból az alapvetően CBRN- (vegyi, biológiai, radiológiai és nukleáris) felderítésre optimalizált felépítmény egyik oldalában egy utas, vagy sebesült személy szállításra alkalmas teret is kialakítottak. (7. ábra)

A SZIEJK kidolgozta azokat a környezetérzékelő és járműirányító algoritmusokat, amelyek segítségével távirányítással is működtethető ez a nagymozgékonyosságú, még nehéz terepen is bevezethető felderítő jármű. [7]

EREDMÉNYEK, TOVÁBBI KUTATÁSI LEHETŐSÉGEK

A fejlesztések eredménye legtöbb esetben csak egy termék vagy szolgáltatás, amelyet értékesíteni lehet, de a szóban forgó projekt messze túlmutat ezen. Egyrészt a fejlesztés eredményeként létrejön egy olyan nagy terepjáró képességgel rendelkező, fizikai védeltséget biztosító jármű, amely platformként szolgálhat a robotika terén tevékenykedő hazai kutató és fejlesztő közösségnek a további K+F tevékenységeikhez. A GAMMA Zrt. a „nukleáris balesetek során alkalmazható, valós idejű, hatékony dózisoptimalizált útvonalkereső megoldások kialakításához szükséges mérőrendszer alkalmazhatóságának vizsgálata” kutatási projektje során már ezt a járművet használta a fedélzeti mérések elvégzéséhez. A CBRN-felépítménybe integrált rendszerek szolgáltatatták a sugárzási és helyadatokat, a jármű autonóm üzem-



7. ÁBRA. RDO-3927 Komondor, kombinált (CBRN-felderítő + sebesültszállító) felépítménnyel (A szerző felvételei)

módja pedig ideális volt a kutatás útkezesési koncepciójának vizsgálatához. [8]

Másrészről a járműhöz illeszkedő, többfunkciós feladatellátást támogató, nyitott és zárt cserefelépítmény-rendszer kialakítása más hazai fejlesztők által kialakítandó különleges felépítmények tervezésénél is felhasználható, ahol nem kell kompromisszumokat kötniük az élőerő védelme miatt; a járművet és a felépítményt a feladat végrehajtására lehet optimalizálni.

A cserélhető felépítmények alkalmazásával a katasztrófavédelmi célok teljesítésekor a jármű felhasználható nehézterepi vízszállítás, robbanás- vagy omlásveszélyes helyeken történő tűzoltás, az árvízvédelmi felszerelések szállítása, valamint egyéb logisztikai, mentési feladatok ellátására. Katonai felhasználás esetén – a fegyveres alkalmazás mellett – a jármű harctéri felderítő- és sebesültszállítási feladatok végrehajtására is bevezethető/alkalmas.

A távvezérlési rendszer logikai felépítésének összeállítása, működési algoritmusok kidolgozása során létrejött rendszerelemek, a vezérlő-irányító rendszer fizikai, illetve elektronikai védeltségét szolgáló megoldások más járműfejlesztéseknél is alkalmazhatók lehetnek.

A fejlesztés részeként kialakítottak egy több munkahelyes irányítóközpontot is, amely lehetőséget biztosít a járművek irányítására, azok rendszerei által küldött jelek fogadására és elemzésére. Ez a megoldás más hasonló alkalmazások mellett, ahol speciális járművek mobil irányítóközpontból történő irányítása a feladat, gyakorlatilag bármely katasztrófavédelmi vagy rendvédelmi feladatnál, nehezen meg-

közelíthető terepen alkalmazandó, mobil bevetés irányítási központként vagy annak részeként is használható lehet.

A cikkben ismertetett fejlesztések folyamatban lévő negyedik, egyben lezáró fázisának végére elkészülnek a végtermékek, amelyek egyben meghatározzák a további felhasználás és továbbfejlesztés lehetséges irányait is. ■

HIVATKOZÁSOK

- [1] Miklauzic István, Varga József, Zsitnyányi Attila. A Gamma–Juhász-lőelemképző HM Zrínyi Térképészeti és Kommunikációs Szolgáltató Nonprofit Kft., Budapest, 2022. ISBN 9789633278963, pp. 87–185.;
- [2] Járműipari Kutatóközpont Önvezérlésre alkalmas páncélos terepjáró fejlesztésében vesz részt. Széchenyi István Egyetem, 2021. 01. 13. <https://jkk-web.sze.hu/onvezelerlesre-alkalmas-pancelos-terepjaro-fejleszteseben-vesz-reszt-a-szechenyi-istvan-egyetem/> (Letöltve: 2024.4.9.);
- [3] Zsitnyányi Attila. Komondor – könnyű páncélvédett bázisjármű fejlesztése Magyarországon (II. rész), Haditechnika, 2020/1. (LIV. évfolyam 1. szám), pp. 35–41. [https://doi.org/10.23713/HT.54.1.08](https://doi.org/10.23713/HT.54.1.08;);
- [4] Zsitnyányi Attila. A katasztrófavédelem iparbiztonsági műszaki technikai eszközrendszerének kutatása és fejlesztése. PhD-értekezés (2022), pp. 96–97. https://tudasportal.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/20.500.12944/18620/zsitnyanyi_attila_doktori_ertekezes.pdf (Letöltve: 2024.4.9.);
- [5] Együttműködési lehetőség hazai partnerek/beszállítók számára KOMONDOR témában. <http://www.gammatech.hu/?mnuGrp=mnuProducts&module=products&lang=hun&group=sajtokozlemenys&product=egyuttmukodes&menupath=sajtokozlemenys> (Letöltve: 2024.4.9.);
- [6] Kovácsházy Miklós. Az RDO Komondor többcélú páncélvédett járműcsalád II. rész. Haditechnika, 2015/5., pp. 27–32.;
- [7] Krecht Rudolf, Pusztai Zoltán, Kőrös Péter. Modulrendszerű, önvezérlésre alkalmas, távvezérelhető, könnyű páncélvédeltségű félplatós terepjáró katonai és katasztrófavédelmi célú terepjáró bázisjármű és kapcsolódó cserefelépítmények fejlesztése, „XV. IFFK 2021.” Budapest, 2021. október 27–29. „XV. IFFK 2021” Budapest. Online: ISBN 978-963-88875-5-9, Paper 21, Copyright 2021 Budapest, MMA. Editor: Dr. Péter Tamás, CAETS, https://mmaws.bme.hu/2021/pages/program/papers/IFFK_2021_Paper_21_Krecht_Rudolf.pdf (Letöltve: 2024.4.9.);
- [8] Zsitnyányi, A., Petrányi, J., Jónás, J., Garai, Z., et al. Applicability of an Ionising Radiation Measuring System for Real-Time Effective-Dose-Optimised Route Finding Solution during Nuclear Accidents, *Fire*, 2024, 7. <https://doi.org/10.3390/fire7040142> (Letöltve: 2024.4.16.).



BÍRÓ TAMÁS*

EGY ÚJ PÁNCÉLTÖRŐ RENDSZER BEMUTATKOZÁSA A MAGYAR HONVÉDSÉGBEN

1. ÁBRA. Lengyel és amerikai katonák egy SPIKE LR nagy hatótávolságú, irányított páncéltörő rakétát lőnek ki éleslövészeti gyakorlaton a lengyelországi Drawsko Pomorskieben (Forrás: Alamy)

Összefoglalás: 2021-ben megszületett a döntés a SPIKE rakéták beszerzéséről, amelyek a következő állomása az első indítóállványok, rakéták és a szimulációs berendezés 2023-as beérkezése volt. Ezt követően a kijelölt állomány elsajátította az eszköz és a hozzá tartozó szimulációs berendezés használatát, melyet 2024 áprilisában két SPIKE LR2 típusú éles rakéta indítása követett. Mind a kiképzés, mind az éles végrehajtás során tudatosult a kezelőszemélyzet számára, hogy ez az eszköz nagyon sok mindenben más, mint az eddig rendszerben lévő irányított páncéltörő eszközök. Ezzel Magyarország újabb jelentős lépést tett egy korszerű és ütőképes honvédség megalkotásához.

Kulcsszavak: SPIKE LR2 típusú 5. generációs irányított páncéltörő rakéta, 2. generációs irányított páncéltörő rakéta, FGM-148 Javelin, „Tüzeld és felejtsd el”, „Tüzeld és figyeld meg és frissítsd”

Abstract: In 2021, a decision was made to acquire SPIKE missiles. Two years later, the first launchers, rounds and simulation equipment arrived to Hungary. Subsequently, a designated staff was able to learn the operator-level use of the device and its simulation system, followed by two real missile launches of the SPIKE LR2 in April 2024. During both training and real execution, the operating staff became aware that this device was different from the anti-tank guided missile systems earlier in service at the Hungarian Defence Forces. With this step, Hungary took another significant step towards creating a modern anti-armour capability and an effective army.

Keywords: SPIKE LR2, 5th generation anti-tank guided missile, 2nd generation anti-tank guided missile, FGM-148 Javelin, Fire-and-Forget (F&F), Fire-and-Observe-and-Update (F&O&U)

A Rafael Advanced Defense Systems Ltd. alelnöke is aláírta a SPIKE páncéltörő rakéták beszerzéséről szóló megállapodást, jelent meg a hír 2021 júliusában. Ennek célja a rendszerben lévő szovjet típusú páncéltörő komplexumok (9K111-2 Fagott, 9K113 Konkursz, 9K131 Metisz-M) korszerű eszközökre való leváltása, továbbá a Lynx gyalogsági harcjárművek modern páncéltörő fegyverrendszerrel történő felszerelése. [1] 2023-ban az első páncéltörő eszközök és a kiképzéshez tartozó szimulációs berendezés hazánkba érkezett. Az első éles rakétaindításokra pedig ez év áprilisában kerülhetett sor.

A SPIKE LR2 rakéták képességbemutatóját megelőzően egy nyolc fős állomány az MH Klapka György 1. Páncélosdandártól 2023 májusában kéthetes angol nyelvű „Képezd a kiképzőt” (Train-the-Trainer – TtT) képzésen vett részt az MH Böszörményi Géza Csapatgyakorlótér Parancs-

* Hadnagy, MH Klapka György 1. Páncélosdandár, Helyőrségtámogató alegységek, Helyőrségtámogató Parancsnokság, Szimulációs Központ, Páncéltörő Szimulációs Részleg, beosztott tiszt. ORCID: 0009-0000-0046-8218

nokság (a továbbiakban MH BG csap. gyaktér pkság.), Hajmáskér Kiképző Bázis Kőrös-hegyi lőterén. A gyártó által küldött izraeli oktatók a magyar szokásoktól eltérő, de hatékony módon ismertették meg velük az eszköz kezelését, képességeit, biztonságos üzemeltetését és karbantartását. A honvédség számára biztosított oktatási segédeszközök a beltéri kiképzőrendszer (Indoor Trainer – IDT) mellett olyan oktató táblagépeket is tartalmaztak, amelyekre az angol nyelvű, képi és videómelléklettel gazdagon ellátott oktatási anyagot telepítették. A húsz témakörre bontott kiképzési tematika elsajátításánál a főszerepet e táblagépek tartalma játszotta. Egy adott blokk elsajátítása után az oktatók egyénenként kérdezték ki és beszéltek át a kiképzendővel az aktuális tananyagrészt. Mindezek mellett a tanultak hatékony elsajátítása érdekében a képzésen résztvevőknek saját oktatóvideók készítésével kellett bizonyítaniuk, hogy az adott témakört megértették, és a tanultakat magyar nyelven képesek előadni. Ezek a videók a későbbi SPIKE LR2 kezelői képzések során is nagyon hasznosnak bizonyultak, valamint a kiképzések és ismétlő foglalkozások szerves részét képezik.

A kiképzői képzést megelőzően négy fő kapott kiképzést az említett beltéri kiképzőrendszer használatára, amely segítségével a SPIKE LR2 rendszer szimulátorát lehet működtetni. A benne található pályaszerkesztő szoftver segítségével különböző megfigyelési, célfelderítési vagy harci feladatok és forgatókönyvek hozhatók létre. [2] Ennek segítségével a kiképzésen részt vevő állomány megismerkedhet a rendszer képességeivel, a kezelőszervek helyes alkalmazásával, az esetleges meghibásodásokkal, továbbá a különböző napszakokban és az időjárási viszonyokkal kapcsolatos eljárásokkal. Ismert, hogy egy ilyen típusú rakéta bekerülési költsége rendkívül magas, emiatt nélkülözhetetlen a kiképzendő és a már kiképzett állomány szimulátoros gyakoroltatása egy éles rakétaindítást megelőzően. Mindezek ismeretében fontos, hogy az alegységek az alapszintű kezelői készségek megszerzése után gondoskodjanak a kijelölt állomány szinten



2. ÁBRA. A SPIKE LR2 beltéri kiképzőrendszer (A szerző saját felvétele)

tartó képzéseiről a szimulációs térben, illetve a gyakorló- és lőtereken egyaránt.

SPIKE A BAKONYBAN

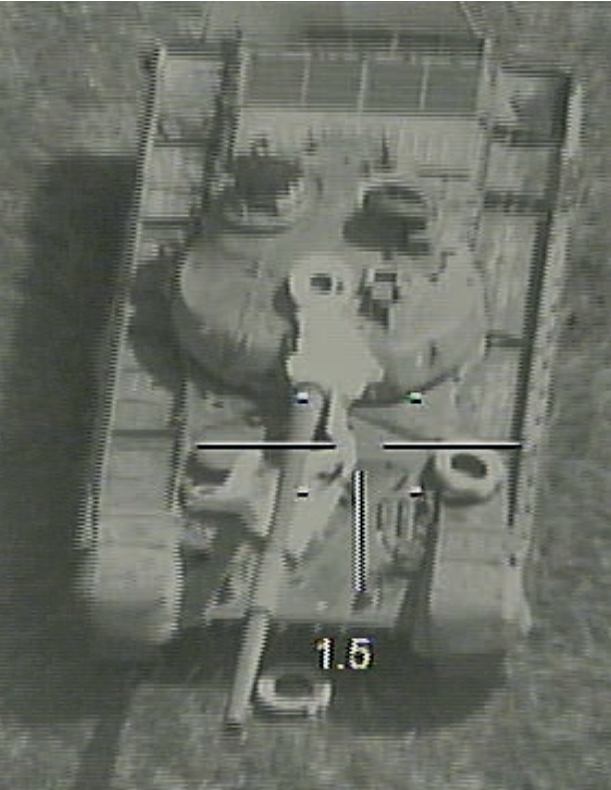
2024. április 26-án és 29-én nagyszabású páncéltörőképeség-bemutató keretében az MH BG csap. gyaktér pkság. „0” ponti lőterén került sor a Magyar Honvédség állományán belül az első SPIKE LR2 közepes hatótávolságú páncéltörő rakéták indítására. A végrehajtás feltételei az eszköz számára teljesen ideálisnak bizonyultak. A kedvező időjárási feltételek, mint a nap-sütés, a magas felhőalap és az enyhe szél mellett a célpontok jellege (álló BRDM-2 harcjármű, T-72 harckocsi) és távolsága (kb. 1780 méter) sem állította kihívás elé a Rafael Advanced Defense Systems Ltd. fegyverrendszerét. A feladat végrehajtása mindkét esetben sikeresnek mondható, a célpontokat könnyen eltalálták a SPIKE LR2 rakéták, a célok belsejében a kumulatív hatású tandem robbanótöltetek jelentős pusztítást végeztek. [3] Ezzel szemben kívülről csupán egy kb. 3 centiméter átmérőjű lyukat lehetett felfedezni; ez a páncéltesten a kumulatív hatású robbanótöltet behatolásának tipikus jellemzője, amelynek lényege az óriási nyomás (20–200 GPa) kifejtése egy pontban. E hatás elérése érdekében a robbanóanyag kiképzése tölcser alakú, amely a robbanás következtében nagy, akár 2000 m/s sebességű, több

száz milliméter vastag páncélzat átütésére képes anyagsugárrá alakul. [4]

A kezelőszemélyzet maximálisan meg volt elégedve a rendszer kezelhetőségével, az eszközzel végezhető egyszerű célfelderítési és célpontozási tevékenységgel. Az integrált Vezérlő- és Indítóegységben (integrated Command Launch Unit – iCLU) található négy nagyítási fokozatú (2×, 5×, 10×, 20×), látható spektrumú (Visible Spectrum – VIS), színes és fekete-fehér infravörös (Infrared – IR) irányzékokkal kiválóan meg lehetett figyelni a célpontokat. [3; 3.5.3. pont] A célfel-

3. ÁBRA. Egy T-72-es harckocsi tornyát ért SPIKE LR2 találat (A szerző saját felvétele)





4. ÁBRA. A SPIKE LR2 keresőfejének képe repülés közben (A SUDOCU rendszerből letöltve)

derítés terén a beépített GPS jeladó, a mágneses alapú tájoló és a lézeres távolságmérő segítségével a célpont helyzetének pontos koordinátája és tengerszint feletti magassága egy gombnyomással leolvashatóvá váltak. [3; 8.2. pont] Ennek segítségével a parancsnok a rendelkezésre álló Műveletirányítási Intelligens Kijelző Egység (Smart Unit of Display for Operational Commanding Use – SUDOCU) térképszelvényére felszerkeszthette az adott célpontot, továbbá a másodlagos és harmadlagos célpontokat. Ez a parancsnok által használt táblagép komoly segítséget nyújt egy tűzfeladat tervezésében és végrehajtásában. A feltelepíthető térképszelvények segítségével a kezelőszemélyzet baráti, semleges vagy ellenséges egysé-

geket tüntethet fel, [5] így pontosan felvázolhatja a különböző egységek elhelyezkedését, azok távolságát, illetve ellenőrizheti azok lőhetőségét. [5; 3.4.2.1. pont] A parancsnoknak lehetősége van egy feltüntetett ellenséges egység célpontként való megjelenítésére az irányzóberendezés kijelzőjén, ezzel segítve az irányzó célpont-azonosító tevékenységét. [5; 5.5.1-2. pontok] Mindezek mellett a parancsnok láthatja az iCLU vagy a rakéta keresőfejének videóképet, így folyamatosan ellenőrizheti és irányíthatja az irányzó tevékenységét a rakétaindítás előtt és után. [5; 3.3.1.2. pont]

Mindkét tűzfeladat során tökéletes rálátás nyílt a tüzelőállásból az álló célpontokra, ami lehetővé tette, hogy a lehetséges rakétaindítási módok közül a legbiztonságosabb, vagyis a célbefogás (Lock-On) üzemmódban indíthassa el az irányzó a pusztító csapást. Ennek a képességnek az a lényege, hogy a rakéta elején található fekete-fehér látható spektrumú és infravörös szenzorral ellátott keresőfej [3; 4.2.4.1.1. pont] még az indítás előtt rögzíti a meghatározott célt. A nyomkövető alrendszer pedig gondoskodik arról, hogy a kontrasztokat figyelembe véve elektrooptikai képalakítás alapján a célra vezesse a rakétát, legyen szó statikus vagy mozgó célpontról. [3; 4.2.4.2.1. pont] Az indítás előtti célbefogás minőségét jelentősen javítja a keresőfej irányzékeinak 5-szörös, 10-szeres vagy 20-szoros nagyítási képessége. [3; 9.5.3. pont]

Az irányzó indítást megelőző feladatai közé tartozik a kívánt röppálya kiválasztása (magas, közepes vagy alacsony), [3; 9.4. pont] így biztosítva a célpont legsebezhetőbb pontjainak eltalálását. Magas röppályán ugyanis lehetőség nyílik egy erősen páncé-

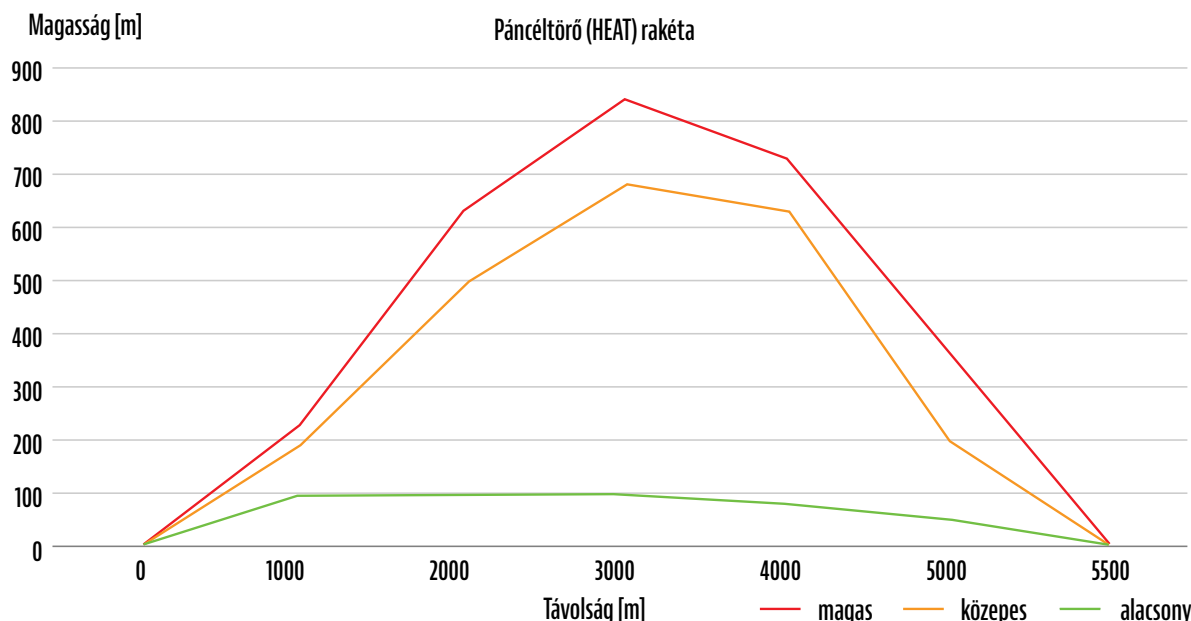
lozott harckocsi felülről történő megsemmisítésére, köszönhetően az akár 70°-os becsapódási szögnek. A közepes (20°-os becsapódási szögű) vagy az alacsony (10°-os becsapódási szögű) röppályák [3; 9.4.1. pont] alkalmazása abban az esetben ideális, ha a célpont felülről van takarásban (pl. egy híd alatt áll), de oldalról jól látható. Ezen kívül az alacsony becsapódási szög tökéletes lehet magasabb épületek különböző szintjein található helyiségek pusztítására (pl. ha a célpont egy ötemeletes épület 3. szintjén található), ezáltal jelentősen csökkentve a járulékos veszteség kockázatát.

További indítás előtti feladat a rakéta robbanótöltet-hatásának kiválasztása, amely révén a kezelőszemélyzet eldöntheti, hogy páncéltörő vagy repeszhatással kívánja a célpontot leküzdeni. Az első használata esetén a dupla kumulatív töltettel szerelt rakéta hátsó fő robbanótöltete késleltetve robban a mellső töltethez képest. Ennek a megoldásnak a célja a reaktív vagy robbanó-reaktív páncéltöltettel ellátott harckocsik megsemmisítése. A repeszhatás esetén a páncéltörő rakétában található mindkét robbanótöltet egyszerre detonál a célponttól egy bizonyos távolságban. [3; 4.2.7.3–6. pontok]

A sikeres indítás után az irányzó további műveleteket hajthat végre az indítóállvány és a rakéta között fennálló száloptikai kapcsolat segítségével. Ennek a típusú összeköttetésnek köszönhetően a rakéta folyamatos videojeleket küld az iCLU számára, amelyet az irányzó az indítóállvány optikai kijelzőjén, a parancsnok pedig a SUDOCU táblagépen követhet figyelemmel. Szükség esetén az irányzó a száloptikai kapcsolaton keresztül egy irányítógomb mozgatásával irányíthatja a rakétát, esetleg egy másik célpont befogását is végrehajthatja. A gyakorlati tapasztalat azt bizonyítja, hogy az irányzó-nak a rakétaindítás után is fokozottan ébernek kell lennie, mivel a külső környezeti hatások (pl. füst, porfelhő, szállókécek) eltéríthetik a rakétát az eredetileg rögzített becsapódási ponttól. Ez esetben a lehető leggyorsabban vissza kell juttatni a szálleresztet a célpontra. A kapcsolat esetleges menet közbeni megszakadása vagy szándékos megszakítása esetén

1. TÁBLÁZAT. A SPIKE LR2 páncéltörő rakéta becsapódási szöge és repülési ideje adott távolságba (A szerző szerkesztése a [3] és a szerző mérése alapján)

Távolság [m]	Becsapódási szög röppályák szerint			Repülési idő magas röppályán [s]
	Magas	Közepes	Alacsony	
1000	kb. 20°	kb. 15°	kb. 10°	kb. 7
2000	kb. 40°	kb. 20°	kb. 10°	kb. 14
3000	kb. 70°	kb. 20°	kb. 10°	kb. 22
4000	kb. 70°	kb. 20°	kb. 10°	kb. 29
5000	kb. 55°	kb. 20°	kb. 10°	kb. 40
5500	kb. 50°	kb. 20°	kb. 10°	kb. 46



5. ÁBRA. A páncéltörő (High Explosive Anti-tank - HEAT) rakéta röppályái 5500 méteres távolságban [3; 12.2.4.1. pont]

a rakéta a „Tüzeld és felejtse el” (Fire-and-Forget – F&F) üzemmódban tovább repül az előzőleg rögzített célpont felé. A régebbi 9M113 Konkursz vagy 9M111-2 Fagott páncéltörő eszközök esetén egy esetleges szálszakadás a rakéta és az indítóállvány között a rakéta éles irányváltását és önmegsemmisülését eredményezte. Ezzel ellentétben a SPIKE LR2 szálszakadás esetén is automatikusan tovább repül a célpont irányába, viszont az irányzó elveszíti az irányítási képességet a rakéta fölött.

TOVÁBBI RAKÉTAINDÍTÁSI MÓDOK

A célbefogás üzemmódon kívül még kétféle üzemmódban végezhető el a rakétaindítás: kézi (manual) vagy automata (auto) módban. Előbbi esetében a célbefogás az indítást megelőzően még nem történik meg, aminek a legfőbb oka az lehet, hogy a célpont

takarásban van, esetleg a környezeti feltételek nem teszik lehetővé a célbefogást (pl. erős füst, gyenge kontraszt). Ilyen esetben a kezelőszemélyzet dönthet úgy, hogy a megfelelő felderítési adatok birtokában (célpont képe, irányszöge, távolsága, koordinátái, célterület jellege stb.) egy irányítógomb segítségével vezeti a célterület irányába a rakétát, és menet közben végzi el a célbefogást. Ez az eljárás roppant kockázatos, nagyon pontos felderítési adatokat és sok szimulációs gyakorlást igényel. [3; 9.7.2.2. pont] Ennek oka, hogy a kezelőszemélyzet a rakéta repülése közben könnyen elveszítheti a tájékozódást, amely miatt jelentős a céltévesztés esélye, mozgó célpont esetében pedig az eljárás alkalmazása még inkább megfontolandó.

A nem látható, álló célok leküzdése érdekében az 5. generációs SPIKE LR2-es rakéták rendelkeznek az úgynevezett AUTO üzemmódban történő in-

dítás lehetőségével. Erre a képességre jellemző, hogy a rakéta vezérlőegységében található Tehetetlenségi Mérőegység (Inertial Measurement Unit – IMU) egy előre kiszámított röppályán a célterület felé vezeti a rakétát. [3; 10.1. pont] Az irányzónak eközben kellő ideje és lehetősége marad a rakéta keresőfejében található, látható spektrumú és infravörös kamerákkal felderíteni és befogni a célpontot. Ennél az üzemmódnál is döntő fontosságú a felderítési adatok mennyisége és minősége, hiszen a kezelőszemélyzet egy látóhatáron túli (Non-line of sight – NLOS) célpontra tervez precíziós tüzet kiváltani. Fontos kiemelni, hogy az AUTO üzemmódban is komoly szerepe van a kezelőszemélyzet éberségének és gyors reagálásának, mivel a rendszer csupán a célpont közelébe, de nem a célpont pontos helyére juttatja el a rakétát. A finomhangolás a jól képzett kezelőkön múlik.

2. TÁBLÁZAT. A különböző üzemmódok alkalmazási feltételei (A szerző szerkesztése a [3] alapján)

Indítási üzemmód	Alkalmazási környezet
Célbefogás (Lock-On)	a célpontra közvetlen rálátás nyílik; álló vagy mozgó célpontok esetén; lehetőséget kínál a „Tüzeld és felejtse el” üzemmódra;
Kézi (manual)	a célpont az indítást megelőzően takarásban van, de indítás után jól azonosítható; ha indítás után megszűnik a célbefogás vagy a rakétát egy nagyobb távolságban lévő másik célpontra kell átirányítani;
Automata (auto)	a célpont az indítás után is huzamos időn át takarásban van; a minimális indítási távolság ebben az üzemmódban 2000 méter;
„Tüzeld és felejtse el” (Fire-and-Forget)	nem választható, de előidézhető, ha megszakad a kapcsolat az indítóállvány és a rakéta között (pl. az optikai szál elszakadása esetén) vagy ha a kezelőszemélyzet a becsapódás előtt eltávolítja a rakéta konténerét az indítóállványról; ilyen üzemmódban a rakéta folytatja az útját az előzőleg rögzített célpont felé. Ha még nem történt célbefogás, akkor a rakéta keresőjének szátkeresztje a kapcsolat megszakításakor észlelt utolsó terepelemben rögzül.



6. ÁBRA. SPIKE LR2 komplexum háromlábú állványon (A szerző saját felvétele)

A SPIKE ELŐNYEI

A szomszédunkban zajló orosz–ukrán háború rámutatott arra, hogy a korszerű páncéltörő eszközök ideje korántsem ért véget, sőt olykor döntő szerepet játszhatnak egy művelet sikerében. Elég csak az FGM–148 Javelin rakéták sikeres alkalmazására gondolni, de az orosz oldalról is tettek közzé olyan videókat, amelyen egy 9M133 Kornet típusú fegyver tett harcképtelené egy M1 Abrams harckocsit.¹ A hatékony harckocsi-elhárításnak továbbra is meghatározó tényezői a mobil, jól álcázott, igen erős páncélatütő képességgel rendelkező, irányítható vagy célkövető rakéták. Ezek közül is kiemelkedik az izraeli gyártmányú SPIKE rakétacsalád, amely kategóriájában mind hatótávolság, mind pontosság tekintetében az egyik legjobbnak számít. Az FGM–148F Javelin rakétával összehasonlítva a SPIKE LR2 az 5500 méteres hatótávolságával maga mögé utasítja a vállról indítva 2500, járműről pedig 4000 méteres lőtávolsággal rendelkező amerikaiakat. Továbbá, míg a Javelin kizárólag a „Tüzelj és felejtse el” működési elv alapján működik, [7] addig a SPIKE megőrizte a második generációs irányított páncéltörő fegyverekre jellemző irányíthatóságát, így a célpontra lényegesen pontosabban rávezethető. Ezen felül a keresőfej biztosította folyamatos vizuális kapcsolatnak köszönhetően „Tüzelj és figyelj meg és frissítsd” (Fire-and-Observe-and-Update – F&O&U) alapon a kezelőszemélyzet könnyebben megbizonyosodhat egy takarásban lévő célpontot ért valós találatról. A szál-optikai kapcsolaton történő kommunikáció biztonságos, zárt környezetet biztosít a rakéta és az irányzóberendezés közötti adatcseré számára, amelyet az optikai szál fizikai rongálásán kívül megzavarni vagy megszakítani nem lehet. Természetesen a SPIKE LR2 is képes az F&F módban történő működésre az imént említett száloptikai kapcsolat megszakadása vagy szándékos megszakítása esetén.

A gyártó által 5. generációsnak definiált SPIKE LR2 jelentős képességbeli különbséget jelent a Magyar Honvédségnél eddig rendszeresített félautomata irányzási elven (Semi-automatic command to line of sight – SACLOS) működő, második generációs irányított páncéltörő rakétatípusokhoz (9M113 Konkursz, 9M111-2 Fagott, 9M131 Metisz-M) képest. Utóbbiakra jellemző, hogy a rakéta repülés közben az irányzóberendezés szálkeresztjének kö-

gesen pontosabban rávezethető. Ezen felül a keresőfej biztosította folyamatos vizuális kapcsolatnak köszönhetően „Tüzelj és figyelj meg és frissítsd” (Fire-and-Observe-and-Update – F&O&U) alapon a kezelőszemélyzet könnyebben megbizonyosodhat egy takarásban lévő célpontot ért valós találatról. A szál-optikai kapcsolaton történő kommunikáció biztonságos, zárt környezetet biztosít a rakéta és az irányzóberendezés közötti adatcseré számára, amelyet az optikai szál fizikai rongálásán kívül megzavarni vagy megszakítani nem lehet. Természetesen a SPIKE LR2 is képes az F&F módban történő működésre az imént említett száloptikai kapcsolat megszakadása vagy szándékos megszakítása esetén.

3. TÁBLÁZAT. Irányított páncéltörő eszközök összehasonlítása (A szerző szerkesztése a [8], [9], [10], [11], [7], [3] alapján)

Eszköz	Maximális lőtávolság [m]	Üzem mód	Röppálya
9M113 Konkursz	4000	félautomata	alacsony (direkt)
9M111-2 Fagott	2500	félautomata	alacsony (direkt)
9M133M-2 Kornet-M	8000	félautomata	alacsony (direkt)
Sztuhna-P	5500	távírányítású félautomata	alacsony (direkt)
FGM-148 Javelin	akár 4000	„Tüzelj és felejtse el” (F&F)	alacsony vagy magas
SPIKE LR2	5500	„Tüzelj és figyelj meg és frissítsd” (F&O&U); „Tüzelj és felejtse el” (F&F)	alacsony, közepes vagy magas

4. TÁBLÁZAT. A SPIKE rakéta-termékcsoport tagjai (A szerző szerkesztése a [12], [14], [15], [16] alapján)

SPIKE típus	Hatótávolság [m]	Indítóplatform
SR (Short Range – rövid hatótávolságú)	2000	vállról indítható
MR (Medium Range – közepes hatótávolságú)	2500	háromlábú állvány, harcjármű
LR (Long Range – nagy hatótávolságú)	4000	háromlábú állvány, harcjármű
LR2 (Long Range 2 – nagy hatótávolságú 2)	5500	háromlábú állvány, harcjármű, hajó, helikopter
ER (Extended Range – kiterjesztett hatótávolságú)	8000	háromlábú állvány, harcjármű, hajó, helikopter
ER II (Extended Range 2 – kiterjesztett hatótávolságú 2)	10 000 16 000	háromlábú állvány, harcjármű vagy hajó helikopter
NLOS (Non-Line Of Sight – látóhatáron kívüli)	32 000 50 000	harcjármű vagy hajó helikopter
Aerospike levegő-föld rakéta	30 000	könnyű támadó repülőgép

¹ Ukraine keeps loosing Abrams tanks. <https://www.youtube.com/watch?v=HYOx1gg1IQQ>

zépéhez igazodik, így az irányzó-
nak az indítás után is folyamatosan
célon kell tartania az indítóállványt
a rakéta becsapódásáig. Ez az el-
járás jelentősen rontotta a túlélés
esélyét, mivel a kezelőszemély-
zet a becsapódásig kénytelen volt
a tüzelőállásban maradni. Továb-
bi hátrányuk a modernebb irányí-
tott páncéltörő eszközökhöz képest,
hogy csupán a látható célpontok-
kat voltak képesek leküzdeni, illet-
ve szálszakadás esetén önmegse-
misítést hajtottak végre. Az elavult
irányzó- és az éjjellátó berendezések
gyakori hiánya szintén hátráltatták
a gyenge fényviszonyok közötti al-
kalmazhatóságot, illetve a nagy tá-
volságban lévő mozgó célpontok
leküzdését.

Második generációs elven működő
irányított páncéltörő rakéták a mai
napig, többek között az orosz–ukrán
háborúban is aktív szerepet játsza-
nak (pl. orosz oldalon a 9M133 Kornet,
a 9M123 Hrizantema vagy az ukrán
Sztuhna–P, más néven Szkif). Ennek
egyik legfőbb oka, hogy a háború éveit
alatt mindkét fél jelentős mennyi-
séget halmozott fel belőle, valamint
az áruk jóval alacsonyabb egy SPIKE
vagy Javelin rakétához képest.

ÖSSZEGZÉS

A SPIKE termékcsalád eszközei-
re világszerte hatalmas a kereslet.
A gyártó honlapja szerint eddig 43
ország integrálta vagy tervezi integ-
rálni a fegyverrendszerei közé. [12]
E rakétarendszerek népszerűségét a
csúcstechnológiás kivitelezés mel-
lett azok többcélú jellege² is növeli,
hiszen a SPIKE rakéta-termékcsalád
típusai általában többféle platform-
ról indíthatók. Továbbá a páncéltörő
rakétatípus mellett egy úgynevezett
többcélú (Multi Purpose – MP) ver-
zió is létezik belőlük, melynek elsőd-
leges célja az épületek és gyalogsági
célpontok pusztítása. [3; 4.2.1. pont]
A többcélúságot hivatott bizonyíta-
ni a rendszer már említett célfelde-
rítő képessége is. A termékcsalád-
ból kiemelkedik a 6. generációs

titulált SPIKE NLOS változat, mely
az akár 50 000 méteres hatótávól-
sága mellett számos egyéb külön-
leges képességgel rendelkezik. Jel-
lemző rá, hogy egy indítóállás képes
az NLOS rakéták sorozatindítására
és azok külön-külön, de egy időben
történő irányítására. Ezen felül a már
elindított rakéták irányítását képes
egy másik platform menet közben
átvenni és továbbvezetni a célpont
felé. [13]

Mindezek fényében kijelenthető,
hogy a Magyar Honvédség a SPIKE
LR2 páncéltörő rakéták beszerzésével
egy újabb jelentős lépést tett, hogy
megfeleljen a honvédelem modern
követelményeinek. E képességnöve-
lésnek a szándéka Európa sok más or-
szágára is jellemző, elég csak Románia
[17], Lengyelország [18], Németország
[19], Spanyolország [20] több tíz-
vagy százmillió eurós SPIKE rakétabe-
szerzését figyelembe venni. ■

HIVATKOZÁSOK

- [1] Védelmi fejlesztésekről tárgyalt Maróth Gáspár Izraelben. <https://honvedelem.hu/hirek/vedelmi-fejlesztesekrol-targyalt-maroth-gaspar-izraelben.html> (Letöltve: 2024.5.8.);
- [2] SPIKE SYSTEM LR Indoor Trainer (IDT) Operation and Maintenance Manual, CLRI1170E, 2021. augusztus, 4.3.4-5. pontok;
- [3] SPIKE LR2 SYSTEM Operation Manual, CLRI1000A, Rev. 07, 2022. november, 3.4. pont;
- [4] Kugyela L. Üreges töltetek tervezési sajátosságai, főbb paraméterei. In. Műszaki Katonai Közlöny, XXVII. évfolyam 2017. 4. szám, pp. 200–202. https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2017_4_15_Kugyela%20Lorand_MKK%20cikk.pdf (Letöltve: 2024.5.8.);
- [5] SPIKE SYSTEM SUDOCU SET Operation and Maintenance Manual, CCJ37838A, 2022. december, 4.3.1. pont;
- [6] Sof, Eric. FGM-148 Javelin: A game changer in armored warfare. <https://special-ops.org/fgm-148-javelin-a-game-changer-in-armored-warfare/> (Letöltve: 2024.5.19.);
- [7] Javelin. <https://www.lockheedmartin.com/content/dam/lockheed-martin/mfc/pc/javelin/mfc-javelin-pc.pdf> (Letöltve: 2016.5.19.);
- [8] 9K111 Fagot. <https://weaponsystems.net/system/1032-9K111+Fagot> (Letöltve: 2024.5.16.);
- [9] 9K113 Konkurs antitank missile system. <https://en.missilery.info/missile/conkurs> (Letöltve: 2024.5.16.);
- [10] 9K135 Kornet. <https://weaponsystems.net/system/1062-9K135%20Kornet> (Letöltve: 2024.5.16.);
- [11] Ukraine unveils its new Skif-M anti-tank guided missile system at MSPO 2022 in Poland. <https://www.armyrecognition.com/news/army-news/2022/ukraine-unveils-its-new-skif-m-anti-tank-guided-missile-system-at-mspo-2022-in-poland> (Letöltve: 2024.5.16.);
- [12] A Rafael Advanced Defense Systems Ltd. SPIKE termékcsalád honlapja. <https://www.rafael.co.il/category/eo-atgm-guided-missiles-spike-family/> (Letöltve: 2024.5.10.);
- [13] SPIKE NLOS. www.rafael.co.il/system/spike-nlos/ (Letöltve: 2024.6.4.);
- [14] SPIKE Medium Range (MR) – „Fire & Forget” for visible targets. <https://web.archive.org/web/20091207070859/http://www.eurospike.com/mr.html> (Letöltve 2024.5.10.);
- [15] SPIKE Long Range (LR) – „Fire & Forget” or „Fire Observe & Update” for different targets. <https://web.archive.org/web/20091207070854/http://www.eurospike.com/lr.html> (Letöltve 2024.5.10.);
- [16] Spike-ER multi-purpose anti-tank missile system. <https://en.missilery.info/missile/spike-er> (Letöltve 2024.5.10.);
- [17] Ernst, Iulian. Romania signs 4-year, EUR 70 mln contract for anti-tank missiles. <https://www.romania-insider.com/romania-anti-tank-missiles-contract-2024> (Letöltve: 2024.5.2.);
- [18] Rojof, Manuel. Poland Orders Hundreds of Locally-Made Spike Missiles From Rafael, Mesko. https://www.thedefensepost.com/2023/08/08/poland-spike-missiles-rafael-mesko/?utm_content=cmp-true (Letöltve: 2024.5.10.);
- [19] Bundeswehr contracts Rheinmetall for MELS antitank guided missiles. <https://www.army-technology.com/news/bundeswehr-rheinmetall-mells-antitank-guided-missiles/?cf-view> (Letöltve: 2024.5.10.);
- [20] Spain procures Spike LR2 anti-tank missiles from Rafael. <https://defence-industry.eu/spain-procures-spike-lr2-anti-tank-missiles-from-rafael/> (Letöltve: 2024.5.10.).

² A német katonai terminológia Többcélú Könnyű Irányított Rakétarendszerként (MELS – Mehrrollenfähiges Leichtes Lenkflugkörper-System) hivatkozik rá. A német Bundeswehr lövészalakulatainál a háromlábú állványt használó kezelőszemélyzet általában három főből áll: parancsnok, irányzó és töltő. Forrás: Bundeswehr, <https://www.bundeswehr.de/de/ausrustung-technik-bundeswehr/ausrustung-bewaffnung/panzerabwehrsystem-mells> (Letöltve: 2024.5.2.)

HAJÓS BENCE*

NDK HADIHÍDKÉSZLETBŐL ÉPÍTETT KÖZÚTI HIDAK MAGYARORSZÁGON

Összefoglalás: Németország 1992–93-ban Magyarországnak ajándékozta leselejtezett, NDK-ból származó hadihídkészletének jelentős részét. A katonai elemekből több közúti híd épült, gazdagítva a közúti hídállományt. A tanulmány bemutatja a Németországtól kapott hidrendszereket, illetve a felhasználásukkal kapcsolatos jó és rossz példákat is. A szerző hangsúlyozza, hogy a hídepítés polgári és katonai területe között szükséges a párbeszéd és együttműködés.

Kulcsszavak: hadihíd, ESB-16, REM-500, SBG-66, közúti híd

Abstract: In 1992–93, Germany presented a significant part of the scrapped GDR military bridges to Hungary as a gift. Several road bridges were built from these military elements, enriching the road network. The study presents the bridge systems received from the Germany and the good and bad examples of their use. The author emphasizes the need for dialogue and cooperation between the civilian and military parts of bridge construction engineering.

Keywords: military bridge, ESB-16, REM-500, SBG-66, road bridge

BEVEZETÉS

A II. világháború végén a győztes hatalmak a vesztes Németországot négy megszállási övezetre darabolták. 1949-ben a három nyugati zónából (amerikai, angol és francia) létrehozták a Német Szövetségi Köztársaságot (NSZK), majd a szovjet zónából önálló államként a Német Demokratikus Köztársas-

ságot (NDK). Az Európa és a világ megosztottságát tükröző két Németország a Nyugat- és Kelet-jelzőt kapta a mindennapi szóhasználatban.

1990. október 3-án egyesült az NSZK és az NDK. Az országegyesítés részeként az egyesült Németország hadserege a műszakilag fejlettebb NSZK hadsereg (Bundeswehr) lett, az NDK

hadseregét (Nationale Volksarmee) feloszlatták, katonáit elbocsátották, többségüket végleg leszerelték. A feloszlátott keletnémet hadsereg fegyverzetét, műszaki eszközeit részben átvette a Bundeswehr, részben elajándékozták. Így kapott Magyarország L-39ZO Albatros repülőgépeket, Mi-24D és Mi-24P harcihelikoptereket, illetve jelentős mennyiségű leselejtezett hadihídkészletet.

A hazánkba érkezett hadihídelemek három provizóriumcsaládhoz tartoztak: ESB-16, REM-500 és SBG-66. Ezekből számos állandó jellegű, polgári híd épült, többségében önkormányzati kezelésű utakon (1. ábra). [1] [2] A cikkben bemutatjuk e három keletnémet hidrendszert és a belőlük épült polgári hidakat, kitérve az ezekkel kapcsolatos nehézségekre, illetve feladatokra.

KHVT KHT. – KÉSZLETGAZDÁLKODÁS A HÍDELEMekkel

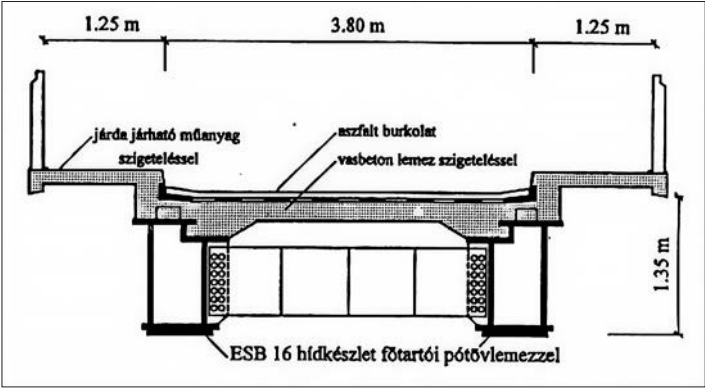
1992–93-ban a Közlekedési, Hírközlési és Vízügyi Tartalékgazdálkodási Kht. (KHVT Kht.) kezelésbe kapta a Németország által adományozott egykori NDK-s hídkészletet. A KHVT Kht.-t a Közlekedési, Hírközlési és Vízügyi Minisztérium azzal a céllal alapította, hogy közhasznú tevékenység keretében a szakminisztériumhoz tartozó állami védelmi céltartalékot tárolja, kezelje, fejlessze és hasznosítsa.

A legnagyobb nyílású ESB-16 jelű hídkészletet egyvágányú vasúti, illetve egysávos közúti közlekedésre fejlesztették, amelyből 16 944 fm (1059 nyílás) érkezett. A közepes nyílástartományban hasznosítható REM-500 hídkészlet egyvágányú vasúti közlekedésre alkalmas, ebből 2513 fm-nyi hídszerkezet érkezett. A legkisebb nyílású SBG-66 jelű hídkészletből tet-

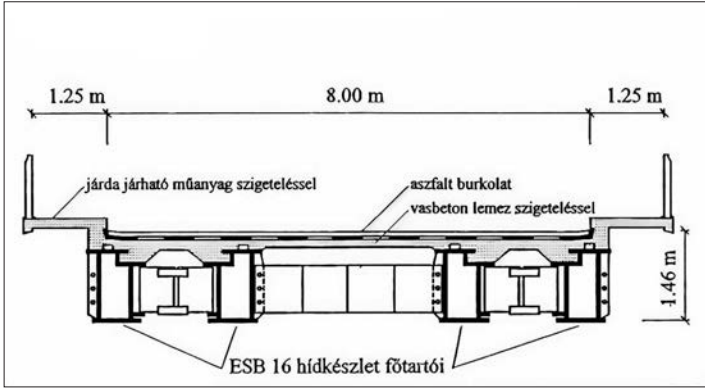


1. ÁBRA. A két ütemben megépült mosonmagyaróvári Lajta-híd 2019-ben [3]

* Hidázmérnök, Év hidásza 2012, Első Lánchíd Bt. ügyvezető. ORCID:0009-0008-8621-470X



2. ÁBRA. ESB-16 elemű mintakeresztmetszvény egy forgalmi sávra [7]



3. ÁBRA. ESB-16 elemű mintakeresztmetszvény két forgalmi sávra [7]

szőleges szélességű közúti híd építhető, amelyből 1107 fm hídhoz elegendő elem érkezett. [1] [4]

A KHVT Kht. (később Nonprofit Kft.) tevékenységi körébe tartozott egyéb ideiglenes hídszerkezetek kezelése is. Vethető katonai hídelemei (BLG-85, UH-bejáróhid, NTB) óriási segítséget jelentettek a katasztrófaelhárításban (pl. az 1999. évi bernecebaráti villámárvíz vagy a 2000. évi tiszai árvíz során) vagy hídépítési terelőút provizóriumaként (pl. 2015-ben a kámi Koponyás-patak hídja esetében). A társaság kezelte az állami céltartalékokat képező rácsos, moduláris hídkészletet is (Mabey Universal, Acrow 700XS). [5] [6]

A céltartalékokat kezelő társaság a hídelemeket a Fejér vármegyei Lovasberényben tárolta. A hadihídkészlet hasznosítását elősegítendő, elkészítették az NDK-s hídelemekből építhető, állandó jellegű közúti hidak mintaterv-gyűjteményét, amelyet dr. Darvas Endre tervezett meg.

[7] A KHVT Kht. prospektusok, szóróanyagok és tájékoztató előadások útján reklámozta a kezelésében lévő, NDK-ból származó készletet. Így az országos közutakon kívül számos önkormányzat, vízügyi igazgatóság és hídépítéssel foglalkozó kivitelező vásárolt ezekből jutányos áron. 2015 és 2019 között a KHVT Nonprofit Kft. végelszámolással megszűnt.

A háromféle NDK-s hadihídrendszer a nyílástartományuk szerinti csökkenő sorban tárgyaljuk.

ESB-16 HADIHÍDRENDSZER

Az ESB-16 jelű nehéz provizóriumot az NDK-ban fejlesztették ki az 1970-es években. Jelölésének három betűje a vasúti-közúti híd rövidítése (Eisenbahn-Straßenbrücke), a 16-os szám pedig a tartó támaszközére utal.

Az ESB-16 hadihídat elsősorban vasúti nehéz provizóriumnak szánták, de elnevezésének megfelelően alkalmas volt közúti járművek átkelésére

is. A hídrendszer eredeti statikai számítását nem sikerült fellelni, de teherbírása bizonyosan megfelelt a Nemzetközi Vasútegylet (franciául Union internationale des chemins de fer – UIC) által 1971-ben egységesen elfogadott vonattehernek, amely a hatályos magyar vasúti hídszabályzatban [8] LM71 teherként szerepel. A méretezési hasznos járműteher 4 × 250 kN súlyú mozdony, előtte és utána a kocsisort helyettesítő 80 kN/m megoszló terheléssel.

Az ESB-16 hadihídrendszer teherbírását igazolja a Varsói Szerződés legmagasabb szintű katonai vezetőinek részvételével 1981-ben rendezett hadgyakorlatról készített kisfilm, [9] amely során megépítettek egy 824 m hosszú, 51 nyílású hidat Has-sel és Neuermark-Lübars között, mivel a gyakorlat imitálása szerint az Elbán 5,8 km-rel délebbre fekvő hämerteni Elba-hídat kellett kiváltani. Az elkészített szerkezeten áthaladt egy 80 ton-

1. TÁBLÁZAT. ESB-16 elemekből megépült közúti és vasúti hidak (A szerző gyűjtése és szerkesztése)

Híd neve	Kezelő	Támaszköz [m]
Sajóecseg, Sajó-híd	Magyar Közút	7×16
Szödrákosi-patak feletti kerékpárúti híd	Magyar Közút	16
Putnok, vasúti Sajó-ártéri-híd	MÁV	4×12
Balatonboglár, Erzsébet utca, Jamai-patak-híd (Sírály utca végén)	Önkormányzat	16
Barcs, Barcs-Komlósdi-Rinya-híd	Önkormányzat	16
Belezná, principális híd	Önkormányzat	16
Börcs, Rábca-híd	Önkormányzat	25
Fülöpszállás, 2. DVCS-híd (Mártírok útja végén)	Önkormányzat	16
Kocsord, kerékpáros Kraszna-híd	Önkormányzat	3×16
Mezőgyán, Köles-ér-híd	Önkormányzat	21

Híd neve	Kezelő	Támaszköz [m]
Mórichida, Sente-híd, Marcal-híd	Önkormányzat	16
Mosonmagyaróvár, Kiserdő utcai Lajta-híd I. ütem	Önkormányzat	3×16
Mosonmagyaróvár, Kiserdő utcai Lajta-híd II. ütem	Önkormányzat	3×16
Nagybarca, Táncsics M. u. Bán-patak-híd	Önkormányzat	16
Nagydobos, Kraszna-híd	Önkormányzat	25
Nyírcsaholy, Kraszna-híd	Önkormányzat	25
Rábcakapi, Rábca-híd, Rábca	Önkormányzat	16
Rácalmás, Dunaág-híd	Önkormányzat	4×16
Répceszemere, Répce-híd	Önkormányzat	16
Rinyaszentkirály, Rinya-patak-híd	Önkormányzat	16
Zalaegerszeg, Malom úti Zala-híd	Önkormányzat	2×30



4. ÁBRA. Épül a második mosonmagyaróvári hídszerkezet 2019-ben, a régi híd mellé [3]

5. ÁBRA. A zalaegerszegi Malom úti híd keresztmetszete [15]

nás gőzmozdonnyal vontatott tehervonat. [10]

Az ESB-16 jelű hídszerkezet két acél, szekrény-keresztmetszetű főtartóból áll, amelyek tengelytávolsága 2,04 m. Egy főtartó befoglalószélessége 720 mm, magassága 1132 mm, alakja csnokolt téglalap, amelynek belső felső sarkában fészket mélyítették a vasúti sín részére. A fészkekbe GEO rendszerű (Gesellschaft für Eisenbahn Oberbau), közvetlen leerősítéssel rögzített S49 sín koronaszintje azonos a főtartó felső övlemezének felső síkjával. [11]

A főtartók mindkét oldalán szállítósi helyzetben behajtható konzolok találhatók. A két belső konzol hevederes kapcsolásával állítható elő a kereszt-tartó, a külső konzolok pedig a szélső közúti pályatáblát és a kiemelt szegegyt hordozzák.

A főtartókból és konzolokból összeállított tartórácsra beemelhetők a 2 m hosszú (a nyílás végein 1 m hosszú), kézi erővel is mozgatható, zártbordás ortotrop pályatáblák. A kocsi-pályát alkotó pályatáblák felső síkja azonos a szekrényfőtartók felső síkjával. A rendszer része a külső csőkorlát. [12]

A főtartók és a pályatáblák légmentesen lezárt acélszerkezetek, így vízben úsztathatók is. A felszerkezethez moduláris, acél bakláb alépítmény is tartozik.

Az ESB-16 főtartók közötti hídként történő felhasználására dr. Darvas Endre kétféle mintakeresztmetszetet készített: egy és két forgalmi sáv (3,80 m – 2. ábra és 8,00 m – 3. ábra) közötti keresztmetszettel, kétoldali gyalogjárókkal. [7]

1993-tól napjainkig az ESB-16 elemekből számos híd megépült (1. táblázat). Ezek többsége megtartotta az eredeti méretét, így a támaszközüik 16 m. A provizórium közúti célú felhasználásnál vasbeton pályalemezt építettek minden esetben hídszigeteléssel és aszfaltburkolattal. Eddig egyetlen vasúti célú beépítés volt, Putnoknál ESB-16-ra cserélték ki a Sajó-ártéri híd felszerkezetét. Ott a felszerkezetcsere érdekében igazodnia kellett a meglévő-megmaradó alépítményekhez. Az ESB-16 főtartóit rövidíteni kellett, a beépített vasúti híd támaszköze 4 × 12 m. A vas-

úti beépítésről részletes beszámoló is készült. [11]

A leghosszabb híd, hét nyílással a Sajó fölött épült meg 1993-ban. A térség mindennapi életét jelentősen segítő hídról részletes beszámoló jelent meg. [13] Említést érdemel a 3 × 16 m-es mosonmagyaróvári Lajta-híd, amely két ütemben épült meg. A Dr. Darvas Endre tervei szerint 1995-ben elkészült háromnyílású hídon egy forgalmi sávot vezettek át, váltakozó irányú forgalmi renddel. Az önkormányzat már ekkor beszerezte a bővítéshez szükséges ESB-16 elemeket, de csak 24 évvel később, 2019-ben épült meg dr. Agócs Zoltán tervei szerint a híddal párhuzamosan a második forgalmi sávot hordozó új felszerkezet, ekkor a régi hidat is felújították (4. ábra). [14]

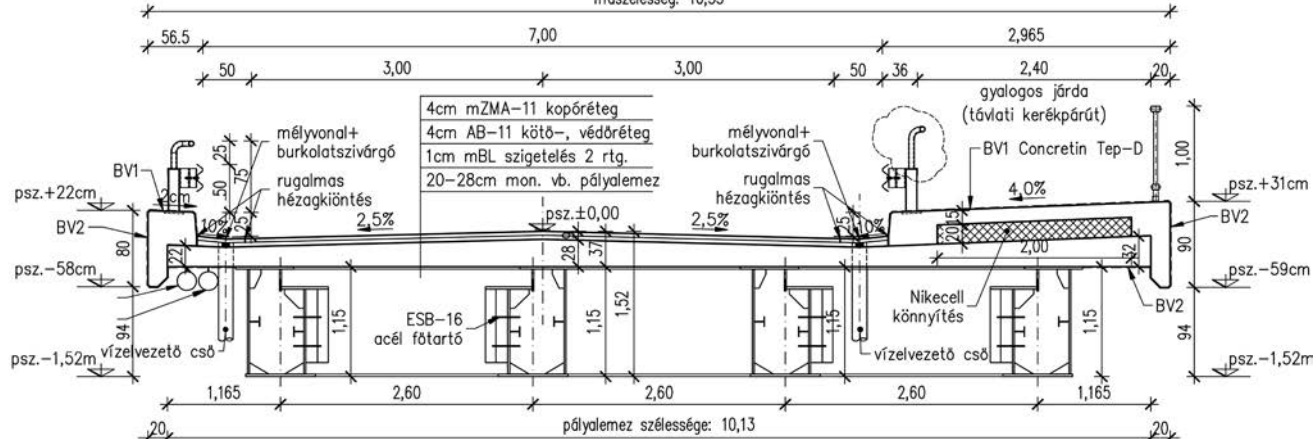
Az ESB-16 tartók toldásával több helyen épült 25 m támaszközü közúti híd. A szükséges teherbírás érdekében a toldott főtartó alsó övét a nyílásközep zónájában megerősítették. [2]

Az ESB-16 elemből épített hidak közül méretét tekintve kiemelkedik a zalaegerszegi Malom úti Zala-híd. A 2 × 30 m támaszközü hidat dr. Farkas János tervezte, s két forgalmi sáv egyoldali gyalogjáróval épült meg (5. ábra). A legnagyobb nyílású ESB-16 elemből épült híd teherbírása a közúti hídszabályzat szerinti B-jelű (40 tonna). A hídhoz csak a szekrénykeresztmetszetű főtartókat használták fel, konzolok és acélpályatáblák nélkül. [15]

A megépült közúti hidak két fő csoportra oszthatók. Első csoportban a híd eredeti elemeit lényegében átalakítás nélkül beépítették, megtartva a csuklópántos keresztmetszeteket és

KERESZTMETSZET 1:50

hídszélesség: 10,53



konzolokat, beépítve az acél pályatáblákat is (6. ábra). A teljesen összeállított, acél, katonai felszerkezetre ezután elkészítették a vasbeton pályalemezt és az egyéb befejező részeket (járda, burkolat, korlát stb.).

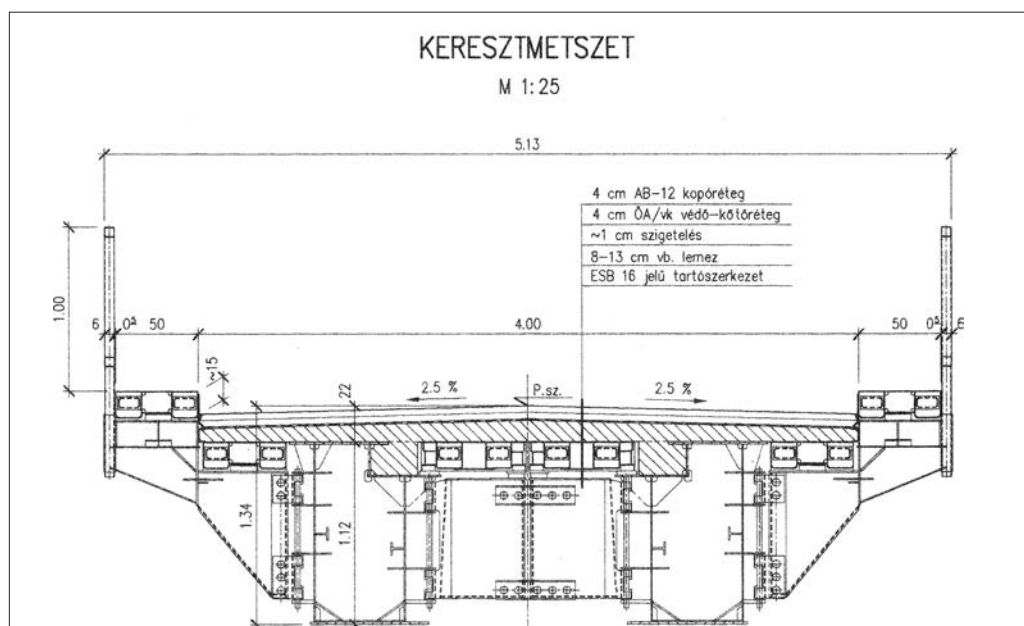
A másik felhasználási módnál csak a szekrénykeresztmetszetű főtartókat építették be, lebontva annak oldaláról a kihajtható konzolokat is, és elkészítették az együttdolgozó vasbeton pályalemezt. Ez az eljárás több előkészítő acélszerkezeti munkát igényelt, valamint a vasbeton pályalemeznek zsaluzatot is kellett építeni, amelyet az egyszerűbb beépítés esetén az acélpályatábla kiváltott.

A két módszer közötti különbség alapvetően kihat a beruházás költsége mellett a hídszerkezet tartósságára is. A ma már 30 éves hidak állapota ennek megfelelően két jól elkülönülő csoportot alkot (7. ábra).

A polgári célú beépítéseknél a katonai ESB-16 egyes elemeinek eredeti hierarchikus teherviselési rendje (pályatábla → keresztartó vagy konzol → főtartó) helyett öszvértartóként tervezték meg. Az öszvértartónál a vasbeton pályalemez és az acél főtartók hatékony együttdolgozásának kulcskérdése az együttdolgoztató kapcsolat és az építéstechnológia. Az együttdolgoztató fogak, csapok természetesen eredetileg nem részei a hadihídnak, ezek gondos méretezése a tervező felelőssége.

Az öszvértartók teherbírását meghatározza az építési mód. Több híd épült a felvázolt, egyszerűbb módszerrel, amikor az acélpályatáblák alkotják a vasbeton pályalemez zsaluzatát, s a betonozást ideiglenes közbenső járom nélkül végezték. Ekkor az acélszerkezet és a vasbeton pályalemez önsúlya is csak az acéltartót terheli, a statikailag lényegesen kedvezőbb öszvértárcsakeresztmetszet csak az önsúly harmadik részére (pl. aszfaltburkolat) és a hasznos teherre vehető figyelembe. Ideiglenes jármokkal végzett pályalemez-betonozáskor sokkal kedvezőbb teherbírás érhető el.

A bemutatott legfontosabb okok miatt az ESB-16 elemekből megépült hidak minősége és teherbírása is nagyon különböző. Az eredetileg 80 tonnára is alkalmas hadihídból így lett



6. ÁBRA. ESB-16 tartóból készített közúti híd keresztmetszete, acélkonzolokkal és acélpályatáblákkal [16]

sok esetben alig 20 tonnás közúti híd, de vannak 40 tonna teherbírásúak is, még nagyobb támaszközzel. [17]

Az ESB-16 hadihíd magyarországi történetéhez tartozik két elmaradt közúti beépítés is. Költségsökkentési céllal ilyen elemekből tervezték meg Piliscsabán a Pázmány Péter Katolikus Egyetem területét összekötő, 10. sz. főút feletti gyalogos hidat. Végül új gyártású felszerkezet valósult meg, az eredeti terveket a megírsult tervekben megőrzött, statikailag kedvezőtlen nyílásbeosztás idézi. [18]

Az Ipoly-hidak újjáépítését is ESB-16 elemekből tervezték, elsősorban politikai indítatásból, majd gyorsan kiderült, hogy műszakilag nem célszerűek. Tervmódosítással, korszerű felszerkezettel épült meg a pöstyénypusztai Katalin Ipoly-híd, de jogi kötöttségek miatt a nyílásbeosztása változatlan maradt, amely ezért szintén e hadihíd méretét őrzí. [19]

Visszatekintve megállapíthatjuk, hogy az ESB-16 jelű provizórium elemek az 1990-es években amolyan trójai falovai voltak az önkormányzati hídépítéseknek. Az állami céltartalék-ból ingyenesen vagy jelképes összegért lehetett az elemeket beszerezni, így a híd főtartója már meg is volt, „csak” egy kis járulékos költséget kellett a hídépítéshez összegyűjteni. A kis járulékos költségekre pedig már sikeresebben lehetett pályázni, lobbizni. Azonban ez utóbbiak objektíven néz-

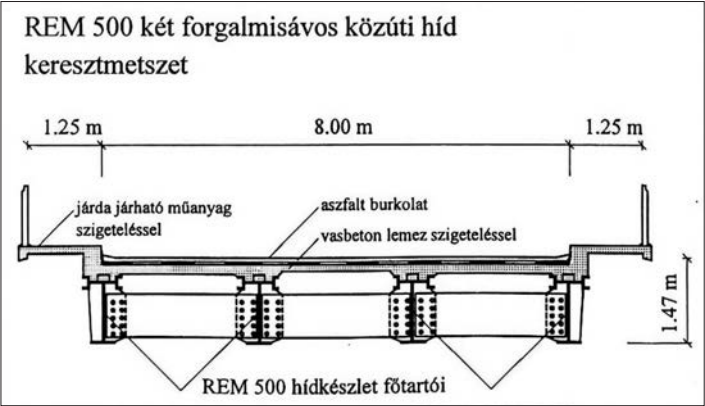


7. ÁBRA. Súlyos, lokális korrózió a sajóecsegi Sajó-hídon [17]

ve olykor magasabbak is voltak, mint ha a provizóriumtartók okozta műszaki kötöttségektől független, korszerű, teljes értékű hidat építettünk volna, amelyre viszont forrást nem lehetett kérni... [19] Mégis, abban a forrászegény évtizedben számos önkormányzat tudott olyan középnyílású hidat megvalósítani, amelyre ESB-16 elem nélkül bizonyára alig lett volna esély. Ezek közé tartozik két olyan Kraszna-híd is (Nagydobos és Nyírcsaholy), ahol a régi, meglévő hídfők a II. világháború pusztítása óta hiába várták az újjáépítést, s a megépült hidak a helyi közlekedési (mezőgazdasági) igényeknek tökéletesen megfeleltek. [20]

REM-500 HADIHÍDRENDSZER

A REM-500 jelű hadihíd az 1960-as évek szovjet fejlesztése. A megnevezésben lévő szám arra utal, hogy egy



8. ÁBRA. REM-500 elemű mintakeresztelvény két forgalmi sávra [7]



9. ÁBRA. REM-500 főtartóból épült túrkevei Hortobágy-Berettyó-híd [26]

teljes készlet 40 nyílású, 500 m hosszúsággal. A provizórium csak vasúti közlekedésre alkalmas. A KHVT Kht. által kidolgoztatott mintatervek szerint, a 12,5 m támaszközü főtartókból készíthető közúti hídszerkezet együttműködő vasbeton lemezzel készült. (8. ábra) [21]

A hídcsalád továbbfejlesztett változata ma is hadrendben áll Oroszországban. A korszerűsített, IMZH-500 jelű orosz hadihíd vasúti és közúti (kerekes, lánctalpas) járművel is járható. [22]

A REM-500 szovjet hadihíd, igaz csak vendégségben, de járt már Magyarországon 1985-ben. A „TRANZIT-85” nevű nemzetközi hadgyakorlat során három átkelőt építettek fel. Egy vasúti TS uszályhidat a Dúnán, egy közúti katonai szalaghidat és egy vasúti katonai Tisza-hidat, amelyet az Ukrajnában állomásozó szovjet vasúti hídepítő zászlóalj készített, akik a gyakorlat miatt egy hónapra áttelepültek hídkészle-

tükkel együtt a tiszai táborhelyre. A Tisza-híd szélső parti nyílásai REM-500, a mederszerkezet SZPP-33 típusú volt (10. ábra). [21] Az ideiglenes híd Lakitelek és Tiszaug vasútállomások közötti megkerülő vágányral kapcsolódott a vasúthálózathoz. A Tisza-híd hozzávetőlegesen ott állt, ahol ma az M44 autópálya ferdekábeles Tisza-hídja áll.

Kutatásunk során hat közúti és egy kisvasúti hidat tudtunk beazonosítani, amelyek REM-500 főtartóból készültek (2. táblázat). Jellemzően megtartották a híd támaszközét, egy esetben a meglévő alépitményi kötöttségek miatt a hídelem toldásával, erősítésével háromnyílású híd épült.

A túrkevei Hortobágy-Berettyó-híd a javasolt mintakeresztelvény (8. ábra) szerint valósult meg. A középső főnyílásba 16,15 m hosszúra toldott főtartókat, a szimmetrikus parti kisebb nyílásokba 9,06 m hosszúra vágott főtartókat építettek be. A B-jelű teherbírású (40 ton-

na) híd terveit Pozsonyi Iván készítette (9. ábra). [24]

A REM-500 elemeivel, mint segéd-szerkezettel több hídepítésen is lehetett találkozni. Nagyobb mennyiségben használták az M35 autópálya Keleti-főcsatorna-hídjának építésénél. [25]

SBG-66 HADIHÍDRENDSZER

A Németországból érkezett hadihidak közül legnépszerűbb, legkönnyebben hasznosítható az SBG-66 jelű hídgerenda. A nevének betűi az „úszóhídelem” szóból származnak (Schiffsbrückengerät). A zárt, doboz keresztmetszetű hídgerenda úszóképessé. Az NDK-ban fejlesztett hídgerendából háromféle hosszúságú érkezett Magyarországra: 2,5 m-es, 6,0 m-es és 8,5 m-es. A rendszer része a 3,0 m hosszú rámpás végelem és a tartók alátámasztásául használható acélkeresztartó is (11. ábra).

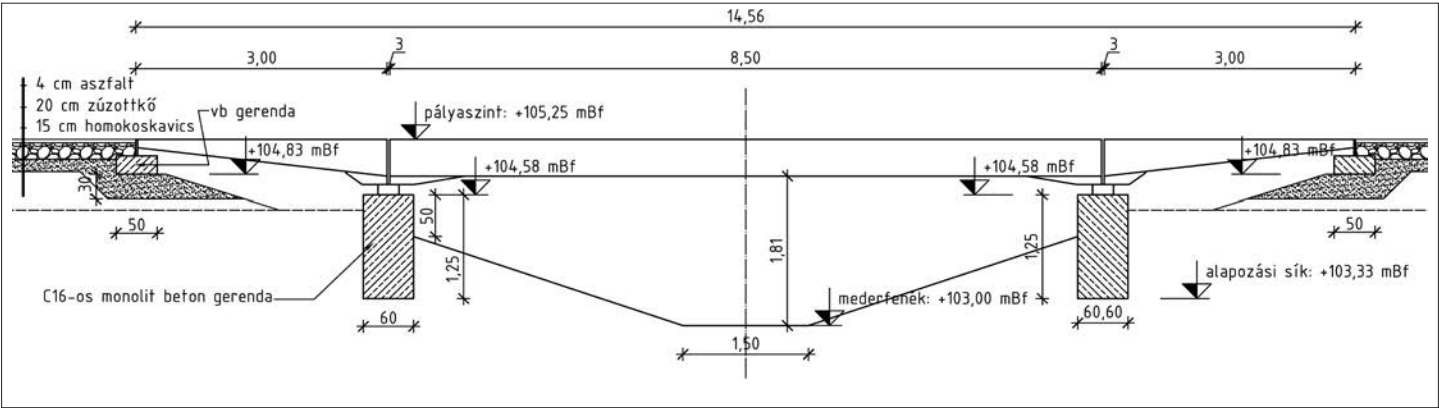
A téglalap keresztmetszetű, hegesztett szekrénytartó 50 cm széles felső övéen haladhat közvetlenül

2. TÁBLÁZAT. REM-500 elemekből megépült közúti és kisvasúti hidak (A szerző gyűjtése és szerkesztése)

Híd neve	Kezelő	Támaszköz [m]
Túrkeve, Hortobágy-Berettyó-csatorna-híd	Magyar Közút	9,22 + 16,75 + 9,22
Barcskomlósd, Rinya-patak-híd	Önkormányzat	12,5
Boldog, Zagyva-híd	Önkormányzat	4×12,5
Kalocsa, kerékpáros Csorna-Foktői-csatorna-híd	Önkormányzat	n. a.
Kalocsa, kerékpáros Vajascsatorna-híd	Önkormányzat	12,5
Sarkad, kerékpáros híd	Önkormányzat	12,5
Kányavár, kisvasúti híd	Csőmődéri Kisvasút	12,5



10. ÁBRA. Lakitelek és Tiszaug közötti vasúti provizórium REM-500 típusú parti nyílásokkal [23]



a forgalom. A gerendák egymás mellé sorolásával tetszőleges szélességű kocsiút építhető. A kis nyílás miatt a gerendák keresztirányú összekapcsolása nem szükséges. Nincs keresztirányú tartó, így a rendszer rendkívül egyszerű. A szélső gerendák megemelésével gyalogjárda vagy hídszegélyt lehet képezni. [2]

Az egykori német hadianyagok közül az SBG-66 elemekből épült meg a legtöbb közúti híd (3. táblázat). Állandó jellegű közúti célra a tartókból többségében öszvérhidak épültek, amelyekhez a tartó felső övét ellátták együttdolgoztató fogakkal.

Akár katonai, akár polgári célú ideiglenes beépítés esetén a tartókat

sűrűn egymás mellé kell helyezni 0,5 m tengelytávolsággal. Öszvértípusú, végleges beépítésnél elegendő a tartókat 1,5 m tengelytávolságra helyezni, azaz harmadányi acéltartó elegendő azonos szélességű hídhoz az együttdolgozó vasbeton pályalemez miatt. Az SBG-66 hídgerendákból minden nehézség nélkül építhető közúti A-teherbírási (80 tonna) hídszerkezet. Kétségtelenül az SBG-66-ból épült hidak az NDK-s elemek legsikeresebb felhasználásai.

Épült belőle egyszerű kerékpáros hídszerkezet is fapalló-pályaszerkezettel (Újszász). Több vízepítési műtárgynál is felhasználták ezeket a tartókat üzemi hídszerkezetként,

pl. 1995-ben több kombinált (vízkormányzó és közúti híd) vízepítési műtárgy épült a Szigetközben. [28] [29] A vízepítési műtárgyaknál nem építettek együttdolgoztató vasbeton lemezt, hanem a tartókat sűrűn egymás mellé sorolták, mint az ideiglenes beépítések esetében. Ez később hatalmas előnnyel járt, mivel 2021-ben a Felső-Duna mellékág rendszerén újabb szabályozásokat készítettek, és a kilencnyílású kisbodaki Szent Kristóf hidat meg kellett emelni. Az acél SBG gerendákat egyszerűen lebontották, majd a vasbeton pilléreket 93 cm-rel magasították, és ugyanazon acélgerendákat ismét be lehetett építeni. Monolit felszerkezet

11. ÁBRA. SBG-66 rendszerű építési provizórium hosszszelvénye 3,0 + 8,5 + 3,5 m nyílásokkal [27]

3. TÁBLÁZAT. SBG-66 elemekből megépült közúti hidak (A szerző gyűjtése és szerkesztése)

Híd neve	Kezelő	Támaszköz [m]
Sajószentpéter, Alacska-patak-híd	Magyar Közút	8,5
Filkeháza, Bisó-patak-híd	Magyar Közút	8,5
Babócsa, malomárok híd	Magyar Közút	2×8,5
Budapest, 23. ker. Molnár szigeti bejáró híd	Önkormányzat	8,5
Csáfordjánosfa, közúti híd 1.	Önkormányzat	8,5
Csáfordjánosfa, közúti híd 2.	Önkormányzat	6
Csobánka, Diófa utcai Kender híd	Önkormányzat	12
Kalaznó, 2. Petőfi utca Donát-patak-híd	Önkormányzat	n. a.
Nyergesújfalu, Kazinczy Ferenc utcai Bajóti-patak-híd	Önkormányzat	8,5
Pomáz, Dera-patak-híd (5 + 405 fkm)	Önkormányzat	8,5
Sármellék, egysávos közúti híd	Önkormányzat	8,5
Tab, Dózsa Gy. u., Sérsekszőlősi patakhíd	Önkormányzat	6
Újszász, kerékpáros Holt-Tápió-csatorna-híd	Önkormányzat	8,5
Vép, Táncsics utcai Borzó-patak-híd	Önkormányzat	n. a.
Veregyháza, Budapesti úti Sződ-Rákosi-patak-híd	Önkormányzat	6
Vindornyaszőlős, belterület hrsz. 255.	Önkormányzat	8,5

Híd neve	Kezelő	Támaszköz [m]
Monostori Meszes-ág, (Duna 1775 + 544 fkm) vízbeeresztő műtárgy	VIZIG	8,5
Szigetköz, Ásványráró, Szilfási híd	VIZIG	6
Szigetköz, Mikácsi híd	VIZIG	6
Szigetköz, Schisler híd	VIZIG	6
Szigetközi műtárgyak – B11-jelű	VIZIG	3×6
Szigetközi műtárgyak – Z12-jelű	VIZIG	6
Szigetközi műtárgyak, Barkási zárás – Z8-jelű	VIZIG	n. a.
Szigetközi műtárgyak, Cikolai nylon gát – C7-jelű	VIZIG	n. a.
Szigetközi műtárgyak, Kishalrekesztői-csatorna-műtárgy Z13-jelű	VIZIG	n. a.
Szigetközi műtárgyak, Nepomuki Szent János híd (Kőhíd) – B4-jelű	VIZIG	2 × 6 + 8,5 + 2 × 6
Szigetközi műtárgyak, Szent Kristóf híd (Tábori úti átjáró) – B7-jelű	VIZIG	4×2,5 + 8,5 + 4×2,5
Szigetközi műtárgyak, Szent Kristóf híd 2.	VIZIG	6
Szigetközi műtárgyak, Szilfási-csatorna felső jobb parti árapasztó	VIZIG	n. a.
Szigetközi műtárgyak, Z6-jelű zárás	VIZIG	n. a.
Táti-mellékág, (Duna 1728 + 100 fkm) vízbeeresztő műtárgy	VIZIG	2×8,5



12. ÁBRA. 8,5 m-es SBG-66 provizórium 3,0 m-es rámpás elemekkel építés közben [32]



13. ÁBRA. A Csinse-patakon épített építési provizórium a közút terelőútjában [32]

esetén egy ilyen beavatkozás költsége sokszoros lett volna. [30] [31]

Az SBG-66 hídgerendákból készített saját készletet több hazai hídepítő vállalkozás is, akik nagy becsben őrzik a rendkívül sokoldalúan – terelőútba provizóriumként, építési állványzatként, segédszerkezetként – felhasználható gerendákat (12–13. ábrák).

Az SBG-66 hídgerendák óriási „kariert” futottak be Magyarország legnagyobb nyílású hídjának, a dunaújvárosi Pentele hídnak az építéskor is. A Pont-TERV Zrt. moduláris nehézállványrendszerre fejlesztette az SBG-66 gerendákat. Az eredetileg elsősor-

ban hajlításra tervezett hídgerendák alkotják az állványrendszer sarokszilopait. Az SBG-66-ból készített segédszerkezet tartotta a Pentele híd főtartó ívét szerelésekor (14. ábra). Az állványrendszert később több Duna-híd szerelésekor is felhasználták.

A KATONAI PROVIZÓRIUMOK FOGADTATÁSA A POLGÁRI HÍDEPÍTÉSBEN

A provizóriumokat, különösen a katonai eredetű hadihídrendszereket többségében igen elítélően kezeli a hazai polgári hidász-mérnökök többsége. Vizsgáljuk meg, mi ennek az oka és jogos-e az erős előítélet.

A magyar hídepítés történetében óriási katasztrófa volt a második világháború végén felrobbantott 1400 közúti híd. Elpusztult az összes Duna- és Tisza-híd, továbbá a nagy és közepes nyílású hidak 95%-a. Ráadásul a pusztítás stratégiai szempontból többségében indokolatlan volt, európai összehasonlításban pedig nagyarányú.

A háború utáni újjáépítés első lépéseként természetesen szükségből a legtöbb esetben ideiglenes megoldások épültek. Ennek folyamánya volt, hogy a provizóriumok üzemeltetése, majd a folyamatos cserék és végleges jellegű átépítések hosszú évtizedekre meghatározták a magyar hidászok munkáját. Még az 1990-es években is feladatot adott ezeknek a provizóriumoknak a felszámolása. Ez a történelmi múlt adja a provizóriumok negatív megítélésének egyik részét.

A provizóriumok rossz híréhez sajnos hozzájárult az is, hogy az 1993-tól hozzáférhető hadihídelemek beépítése sok bajt okozott. E bajok forrá-

sa részben a pénztelenségéből, részben tervezői hibából (amelyet súlyosbított a rendszerváltás utáni években a tervezői jogosultságok fellazult és hiányos hatósági ellenőrzése is), részben gyenge minőségű kivitelezésből származik. Hiába vannak példamutató, tartós, jó megoldások ezen elemek hasznosítására, a negatív példák sajnos mindig látványosabbak, „hangosabbak”.

A helyzetet nehezíti a polgári és katonai hidászszakma közötti szakmai kapcsolatok gyengesége. A katonai célra fejlesztett és gyártott elemekre vonatkozó követelmények mások, mint polgári felhasználás esetén (pl. fáradás, biztonság terén). Ezek a különbségek műszakilag jól kezelhetők, ha megvan az ehhez szükséges együttműködés. Ennek hiányára mutat rossz példát az az eset, mikor a biztonság javára a valójában lényegesen gyengébb anyagminőséget vesz figyelembe a tervező, megbízható adat hiányában.

A katonai elemekből épített híd-szerkezetek csak akkor lehetnek gazdaságosak, ha az acéltartók fellelt, újrahasznosított anyagok, amelyekért nem a gyártási költséget kell megfizetni. Ugyanakkor a selejtezett katonai elemek beépítése az acélelemek leghatékonyabb újrahasznosítása. Így az ilyen hidak e tekintetben mintái lehetnek a „reuse” törekvéseknek, amely annál hatékonyabb, minél kevesebbet kell a „hulladék” feldolgozására fordítani.

Az építőipar másik, jelenkori kihívása a karbonlábnyom csökkentése, a CO₂-kibocsátás mérséklése. A meglévő, de eredeti céljára felesleges elemek beépítésével jelentős karbonmegtakarítás mutatható ki.

14. ÁBRA. SBG-66 gerendákból gyártott segédszerkezet [33]



Napjainkban folyamatban van a polgári hidtervezési előírások megújítása. A szabványkészítő hidászmernöki bizottságban a többség a hadihídelemekre teljes tiltást kívánt megfogalmazni: „Ideiglenes hidak tartószerkezeteihez kifejlesztett rövid élettartamú elemeket végleges hídba beépíteni nem szabad.” Hosszú vita után, a jelen cikkben is bemutatott sikeres beépítési példákra hivatkozva sikerült módosítást kiharcolni és a javasolt mondatot átfogalmazni a szövegtervezetben: „Ideiglenes hidak tartószerkezeteihez kifejlesztett elemek felhasználása végleges híd építése során csak akkor engedélyezett, ha a szerkezeti elem minden végleges követelménynek megfeleltethető.” Az előbbi aktuális példa is bizonyítja, hogy elengedhetetlen a párbeszéd és építő együttműködés a hídépítés polgári és katonai ágazatai között.

ÖSSZEGZÉS

A Magyarországnak adományozott hadihídelemből sok közúti híd épült az elmúlt három évtizedben. A megvalósult példák között vannak rosszak és jók egyaránt.

Az ESB-16 jelű elemekből megépített leghosszabb szerkezet a sajeőcsegi Sajó-híd. Az 1993-ban megépült hétnyílású híd egy korábbi közúti provizóriumot váltott fel. A ma már 30 esztendő, egy forgalmi sávossal hídval egyre több probléma merült fel. Németh István hídszakértő 2023-ban elkészítette a híd célvizsgálatát, súlyos korróziós károkat is feltérképezett, melyek egytől egyig tervezési és kivitelezési hiányosságokra vezethetők vissza. [17] Előfeszített vasbeton hídgerendából is épült olyan híd, amely bő évtized után már teljes rehabilitációra szorult. A tanulságokat a sajeőcsegi híd kapcsán is le kell vonni, de az ott tapasztaltak minden NDK-s elemből épült hídra való kivetítése nem helyes.

Az NDK-s elemekből épült hidakról pont ugyanaz mondható el, mint bármilyen rendszerű hídszerkezetről vagy akár bármilyen mérnöki létesítményről: szükséges a gondos tervező éppúgy, mint az alapos kivitelező és a lelkiismeretes üzemeltető. S ne feledjük, ezek az elemek nem jók

mindenre, de vannak esetek, mikor a felhasználásuk jelenti az optimális megoldást.

Az 1–3. táblázatokban megadtuk az NDK-s elemekből hazánkban épült hidak listáját. Javasolt ennek az összegyűjtésnek a folytatása, kiegészítése. A „testvér”-szerkezetek ismerete ugyanis nagy segítséget ad ezen hidak üzemeltetéséhez.

Eredménynek tekinthetjük, hogy a készülő közúti hidtervezési szabályzatba nem került be a provizórium elemek hídépítési felhasználásának tilalma. E „sikerhez” kulcsként szol-

gáltak a tanulmányunkban is ismertetett, NDK-s elemekből épült hidak között található jó példák.

Óriási szükség van a hídépítés katonai és polgári részei között a párbeszédre, egyeztetésre. Reméljük, jelen írás is hozzájárulhat a hidászszakmán belüli jobb együttműködéshez.

A szerző köszönetét fejezi ki minden mérnök kollégájának a forrásanyag gyűjtéséhez nyújtott jelentős segítségért, különösen Németh Istvánnak (TETA), dr. Farkas Jánosnak (Unionplan Kft.), Gilyén Elemérnek (Pont-TERV Zrt.) és Tóth Axelnek (MÁV Zrt.). ■

HIVATKOZÁSOK

- [1] Koiss Iván, Träger Herbert. (1993) Véglegesen visszakapták hídjukat, Közút, 2(12) pp. 16–17.;
- [2] Mintatervek – A Németországi Szövetségi Köztársaság által a Magyar Köztársaságnak adományozott acél hídprovizóriumok hazai felhasználásához. (évszám nélkül) Budapest: KHVT Kht.;
- [3] Kútház Kft. felvétele Online: <https://www.kuthaz.hu/galeria/26> (Letöltve: 2024.2.22.);
- [4] Loráskó Balázs. (2011) Gyalogos hidak Magyarországon. Lánchíd füzetek 18. Biri: Első Lánchíd Bt. Online: https://hidak.hu/konyvek/Lanchid_18_gyalogos.pdf (Letöltve: 2024.2.22.);
- [5] Pokorádi Árpád. (2001) A KHVT Kht. kis teherbírású hidak ideiglenes áthidalására szolgáló szerkezetei, Közúti és Mélyépítési Szemle, 51(9) pp. 357–359.;
- [6] Csikós Csaba. (2016) Provizóriumok és ideiglenes átvezetések, Hidász Napok VI. Balatonfüred, 2016. június 15. – 2016. június 17., előadás. Online: https://hidaszokertegyesulet.hu/resources/pdf/ev00006/prg00037_CsikosCs_Provizoriumok.pdf (Letöltve: 2024.2.22.);
- [7] Ehal Zsuzsanna. Dr. Darvas Endre, az Úvaterv hídtervező mérnöke. Lánchíd füzetek 23. Biri: Első Lánchíd Bt. pp. 41–45. Online: https://hidak.hu/konyvek/Lanchid_23_Darvas.pdf (Letöltve: 2024.2.22.);
- [8] H.1.2. Utasítás (2018) Vasúti Hídszabályzat, Vasúti hidak és egyéb műtárgyak méretezésének általános előírásai, 42/2018 EVIG sz. utasítás;
- [9] <https://www.youtube.com/watch?v=j7A2NdozUsM> (Letöltve: 2024.2.17.);
- [10] Brahms, Bernd Volker (2017): Brücke war nur drei Tage in Betrieb. Online: <https://www.volksstimme.de/lokal/stendal/bruecke-war-nur-drei-tage-in-betrieb-1905778> (Letöltve: 2024.2.17.);
- [11] Halász József. (1995) A putnoki Sajó-ártéri vasúti híd átépítése. Közlekedés- és Mélyépítéstudományi Szemle, 45(6) pp. 228–233.;
- [12] Magyar Közút NZrt. Hídtervtár 2618 j. út 2+240 törzsszám: P3672;
- [13] Darvas Endre. (1994) A sajeőcsegi Sajó-híd építése. Közlekedésépítési- és Mélyépítéstudományi Szemle, 44(4) pp. 100–105.;
- [14] Mosonmagyaróvár, Lajta-híd II. ütem megvalósulási tervdokumentációja;
- [15] Zalaegerszeg, Gebárt úti Zala-híd megvalósulási tervdokumentációja;
- [16] Rácalmás, Duna-ág-híd megvalósulási terve;
- [17] Németh István (2024): Szakvélemény a 2618/2+420 km sz., sajeőcsegi Sajó-híd statikai célvizsgálata alapján. Kézirat;
- [18] Pont-TERV Zrt. tervtára, Gilyén Elemér tájékoztatása nyomán;
- [19] Hajós Bence, Sitku László. (2023): Újjászülető Ipoly-hidak. Biri: Első Lánchíd Bt. pp. 76–89. Online: <https://hidak.hu/konyvek/ipyly-hidak-2023.pdf> (Letöltve: 2024.2.22.);
- [20] Hajós Bence szerk. (2016) Hidak Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében. Budapest: Közlekedésfejlesztési Koordinációs Központ. pp. 164–167. Online: https://hidak.hu/konyvek/Hid2017_Szabolcs.pdf (Letöltve: 2024.2.18.);
- [21] Sáfár Bálint, Szűcs László. (1985) A TRANZIT-85 közlekedési rendszergyakorlat tapasztalatai. Hadtápbiztosítás, 18(3) pp. 56–61.;
- [22] <https://en.topwar.ru/32648-pod-yaroslavlem-ispytali-novyy-zheleznodorozhnyy-most-estakadu-imzh-500.html> (Letöltve: 2024.2.22.);
- [23] MÁV Zrt. Pályalétesítményi Igazgatóság, Híd osztály, Archivum;
- [24] Túrkeve, Hortobágy–Berettyó-híd megvalósulási terve;
- [25] Sélley Tivadar építésvezető szóbeli tájékoztatása alapján;
- [26] Egységes Hídnilyántartási Rendszer Archivumból www.hidadatok.hu (Letöltve: 2024.2.18.);
- [27] SBG provizórium telepítési terve, Keller Plusz Kft.;
- [28] Kertész József. (1996) A hullámtéri vízpótlórendszer kialakítása. In: A Magyar Hidrológiai Társaság XIV. Országos Vándorgyűlése I. kötet (Sopron, 1996. május 21–24.) pp. 344–360.;
- [29] Kovács Zoltán, Dunai Ferenc. (1996) Szigetközi hullámtéri ideiglenes vízpótlás szabályozó műtárgyai. In: A Magyar Hidrológiai Társaság XIV. Országos Vándorgyűlése I. kötet (Sopron, 1996. május 21–24.) pp. 361–378.;
- [30] Kertész József. (2021) A felső-dunai hullámtéri komplex vízgazdálkodási rendszer beruházás tapasztalatai. In: A Magyar Hidrológiai Társaság XXXVIII. Országos Online Vándorgyűlése (2021. szeptember 14–15.) pp. 726–741.;
- [31] „Felső-dunai mellékágrendszerek árvízvédelme és vízpótlása, I. ütem” projekt. (2021) Online: https://felsodunaprojekt.ovf.hu/data/uploads/kiadvanyok/Felso_Duna_zarokiadvany_2021_vegleges.pdf (Letöltve: 2024.2.22.);
- [32] Bartha Kristóf felvétele. (Keller Plusz Kft.);
- [33] Domanovszky Sándor szerk. (2007) A dunaújvárosi Duna-híd megvalósítása, 2004–2007. Budapest, Vegyész Zrt. – Hídépítő Zrt. Online: <https://hidak.hu/konyvek/Pentele-hid.pdf> (Letöltve: 2024.2.22.).

SOMKUTAS RÓBERT*

A NÉMET ALÁRENDELTSÉGBE

LÉPTETETT MAGYAR KIRÁLYI
I. GYORSHADTEST TEVÉKENYSÉGE

X. RÉSZ

34. ÁBRA. A magyar hadsereg tüzelőállása a Déli-Bug mellett, valószínű Gajvoron közelében
(Forrás: Fortepan / Horváth József / 265329)

MAGYAR DANDÁROK A BUG FOLYÓNÁL –
PECSARÁTÓL A TROSZTANYECIG (1941. 07. 26–29.)

A magyar királyi I. gyors-hadtest két (páncélozott) felderítő-zászlóalja 1941. július 9-től a német Dél Hadseregcsoport alárendeltségében vett részt a Szovjetunió elleni hadműveletben. A gépkocsizó, lovas- és kerékpáros dandárok folyamatos előrenyomulása után a sorozat jelenlegi részében a szerző felidézti többek között, hogy július 27-én vetették be először a támogató vegyes bombázószázadot. Két nappal később, az 1. és 2. gépkocsizó dandárnak együttesen sikerült végleg visszavetniük az ellenséget a Bug nyugati partjáról.

A gyors-hadtest csak július 26-án 2 órákor kapta meg az engedélyt a harcokban kifáradt 2. gépkocsizó dandárnak az 1.-sel történő leváltására. Az előrevonási útvonal igénybevételeire vonatkozó német adminisztratív korlátozások miatt csak a német csapatokkal egyeztetve, meghatározott időre állt rendelkezésre az útvonal. Külön nehézséget jelentettek a meg-

rombolt hidak és a hosszan elhúzódó német menetoszlopok a magyar csapatok előtt.

A 2. gépkocsizó dandár – a szovjet csapatokat üldöző csoportosítás élén – a felderítőerőket követő Révhegyi csoportot elővédként alkalmazva, hajnali 4 órákor megindult Letkovkáról, amelyet a négy lépcsőbe csoportosított főcsapat egyórás időintervallumokkal követett. Az egy üteggel megerősített 5/3. gépkocsizó század is elindult a 101. könnyű hadosztályt követve, annak biztosítása érdekében. Az üteg tüzelőállást foglalva a Gubnik községben frissen felállított szovjet hadihidat telitalálattal megsemmisítette, ezzel elvágva a szovjetek utánpótlási útvonalát. A dandár csapatai, miután birtokba vették Gorgyijevkát és Trostjancsikot (Trostjanntschnik), újra oszlopokba soroltak, hogy folytassák a menetüket. Még több alkalommal kellett szétbontakozniuk a szovjet utóvédek ellen. Végül, amikor átkarolással a Gorgyijevkát védő zászlóaljat

szétverték, a szemből támadó erők is megtörték a szovjet védelmet. Az üldözést azonban nem tudták megkezdeni, mert a Trostjanec délkeleti kijáratánál lévő hidakat a szovjetek felrobbantották. Az utászok megfeszített munkával sötétedésig mindkét hidat helyreállították, de a parancs szerint a dandárnak Gorgyijevka, Trostjanec, Alexandrovka területén kellett éjszakáznia.

A dandár aznapi vesztesége 2 tisz, 25 fő legénységi halott és 152 sebesült. A harcok során 170 hadifoglyot ejtettek, valamint 2 páncéltörő ágyút, 3 aknavetőt, 2 gránátvetőt, 3 fogatolt löszerkocsit és 4 málhásállatot zsákmányoltak. [61; 141. o.]

A gyors-hadtest a délutánonként tartott megbeszélések anyagait és a legfontosabb parancsokat az eligazításra beküldött futártisztekkel küldte ki a seregtesteknek. A sokszor 100–120 kilométerre lévő hadtestparancsnokságtól a rossz útviszonyok miatt a futártisztek csak másnap reg-

* Ny. alezredes. ORCID:
0000-0002-3746-9588

gelre érkeztek vissza, és a parancsok, amelyeket hoztak, rendszerint már elkéstek. [68; 51. o.]

Így történt ez július 26-án is. Az 1. gépkocsizó dandár már menetkészben várt, a hadtestparancsnokság 4 órára szóló indulási intézkedését csak 6 óra 5 perckor kapta meg a beérkező futártisztól. Az intézkedés a Brazlapon, Tulcsinon, Annapoljon át való menetelést rendelte el annak érdekében, hogy Demkovka, Letkovka, Kirnasovka területére kiérkezzenek, és az egység felzárkózzon a 2. gépkocsizó dandárhoz. A cél az volt, hogy július 28-án a dandár csapataival együtt Gejvoronra tudjon előretörni. [68; 51. o.]

A dandár katonái, akik az előző napokban tétlenségre voltak kárhoztatva, kihasználva ezt az időt – és azt, hogy 3 napig nem esett az eső –, a környék valamennyi lovát és ökrét összegyűjtötték, hogy a harcjárműveik kivontatásával megkezdhesék az előrevonást. [63; 30. o.]

Július 26-án 6.15-kor újra szakadó esőben a dandár megkezdte menetét az élre besorolt 1. felderítő-zászlóaljjal és a szűkebb törzsszel. A dandár eleje 8 órakor ért a Tulcsin északi kijáratánál épülő hídhoz, ahol az utászszázad parancsnoka jelentette, hogy a lezúdult eső miatt a földes úton lemaradt a hídkészletek egy része, emiatt a hidat csak 10 órára tudják befejezni. A dandár oszlopai elindultak, de Kirnasovkánál (Kirnasowka) az erdőben a „Sztálin betonút” elfogyott, és a Botond terepjáró gépkocsikon kívül minden gépjármű tengelyig süllyedt. A menetoszlop fatörzsekből és ágakból készített rögtönzött dorongút segítségével igyekezett kikecmerni a „vendégmarasztaló sárból”.

A dandár első lépcsője csak sötétedésre érte el Demkovkát, a második lépcső több mint 20 kilométerre lemaradva Kapusztjanon (Kapustyan), míg végül a harmadik Kirnasovkán töltötte az éjszakát. [61; 141. o.]

Július 27-re virradó éjjel továbbra is erősen esett, és a járművek elmerültek a sárban. Az előrevonás útvonalán – a nehezen járható terepen és a számos felrobbantott híd miatt – csak gyalogos felderítőjárőrök alkalmazásával tudták folytatni a felderítést.



35. ÁBRA. Futártiszt rövid pihenője a következő parancs előtt
(Forrás: Fortepán / 4686)

A 2. dandár parancsnoka módosította a korábbi parancsát, és 7.30-kor utasította Ankay²⁴ ezredest, hogy a 6. és az 5. gépkocsizó zászlóaljjal, valamint a 13. kerékpáros zászlóaljjal –megerősítve két tüzérgéppel – törjön előre Bersadra (*Bershad*); a dandár zöme majd az utak járhatóságának függvényében követi őket. [62; 74. o.] Az Ankay-csoport 10 óra után kezdte meg az előrenyomulást Gorgijevkán keresztül Bersad felé. A rossz időben azonban – a szárnyfelderítés nem kellő mértékű megszervezése miatt –, miközben a harccsoport nyomult előre, a szovjet 96. hegyilövész-hadosztály egy megerősített ezreddel oldalba támadta azt Trosztanyec, Gorgijevka, Letkovka körzetében. [62; 74. o.]

A 2. gépkocsizó dandár előretörése érdekében mindent megtett, de folyamatosan dobták át a szovjet csapatokat az újonnan megépített hidakon keresztül a Bug nyugati partjára. Ennek következtében azok már támadó tevékenységre is képessé váltak. [63; 29. o.]

A dandár felderítőerői megállapították, hogy közel egy hadosztálynyi erővel állnak szemben, és még azokkal az erőkkel is számolniuk kell, amelyek a 17. hadsereg jobb szárnya ellen mértek csapást. A várható ellenséges tevékenység elhárítása érdekében a dandár időben átment védelembe, és jól megszervezett tűzrendszerével szovjet támadások sorozatát hárította el. Július 27-én 3–4 órá eltérésekkel

három irányból, három megerősített ezred támadta a magyar állásokat, de azok szilárdan tartották védelmüket. Az Ankay-csoport északára az elért vonalak megtartását kapta feladatul.

A 4. gépkocsizó zászlóalj Trosztanyec elhagyása után 15 óra körül szovjet csapatba ütközött. Az estig tartó hullámozó harcban végül – 13 halott, 34 sebesült és 4 fő eltűnt katona veszteséggel – visszaverték őket. A dandártartalék 4. zászlóalját Gorgijevka nyugati részén vonták össze. Trosztanyec biztosítását a 2. felderítő-zászlóalj és az előző nap harcaiban megfogyatkozott 14. kerékpáros zászlóalj vette át. [61; 143. o.]

Az addigi harcok legnagyobb veszteségét szenvedte el a 2. gépkocsizó dandár. Július 22–29. között 104 fő (9 tiszt, 95 legénység) halottat, 301 fő (13 tiszt, 299 legénység) sebesültet, 10 fő eltűntet veszített, és megrongálódott 32 darab harckocsija.

A harcok során a 2. gépkocsizó dandár kb. 200 foglyot ejtett, továbbá 300 lovat, 100 puskát, 7 golyószórót és 1 harckocsit zsákmányolt. [63; 30. o.]

A szovjet csapatok ez idő alatti vesztesége 515 fő halott, 661 fő sebesült, valamint 23 gépjármű, 2 harckocsi, 367 ló, illetve nagy mennyiségű kézfegyver és lőszer volt. [63; 31. o.]

A helyzet azért is vált ennyire súlyossá, mert a jobb szárny a szomszéd román erők lemaradása miatt csak gyengén volt biztosítva, ezért egy délről való átkarolás veszélye is fenyegethette a csapatokat. Az 1. gépkocsi-

²⁴ Ankay-Anesini Győző ezredes (Marosújvár, 1893. november 23. – Argentína, 1955).



36. ÁBRA. Nincs akadály!
A dorongúton
tovább előre!
(Forrás: Magyar Futár
1941. 08. 20.)

zó dandár beérkezésével ekkor még számolhattak. [69; 90. o.]

Az 1. gépkocsizó dandár július 27-én estére végre beérkezve, még aznap éjszaka jobbról átkarolta a szovjet csapatokat. A július 28-án reggel az 1. gépkocsizó dandár által végrehajtott heves támadások csak részleges eredményeket hoztak – a teljesen kimerült és készleteiből kifogyott 2. gépkocsizó dandár még nem tudott hozzájuk csatlakozni. A szovjet erők ellenállását csak délután törték meg, amikor a 2. dandár is bekapcsolódott a harcokba. Végül július 29-ére sikerült végleg visszavetni az ellenséget a Bug nyugati partjáról és megtisztítani azt a visszamaradóktól. [63; 30. o.]

Július 27-én vetették be először – a Miklós tábornok által már sokszor igényelt – támogató vegyes bombázószázadot. Az állományában lévő 3 db Caproni Ca. 135 és 9 db Junkers Ju 86K-2 bombázó-repülőgéppel eredetileg a 3./II. és a 4./I. bombázóosztály rendelkezett, és Szutyiszki repülőterére települt. Kezdetben felvetődött a felhasznált bombakészletek utánpótlása a század számára, de szerencséjükre a németek korlátlan mennyiségű „Stuka-bombákat” tudtak biztosítani a Junkers Ju 86-os bombázókhoz, az elfoglalt szovjet repülőterek közelében pedig nagy mennyiségű nagyméretű szovjet bombát találtak, amelyeket a Ca. 135 bombázók fel tud-

tak használni.²⁵ A század Caproni Ca. 135 raja sikeresen támadta a Budi és Bersad körzetét védő erőket, majd azt követően az attól keletre visszavonuló ellenséges gépesített oszlopokat. [65; 30–31. o.]

Július 28-án, kétnapos rossz idő után, a gyorsadtest I. közelfelderítő és az I/3. vadászpilóta-század légi része áttelepült a Tulcsinból a tőle mintegy 10 kilométerre fekvő Annopol repülőterére. [68; 74. o.]

Az 1. gépkocsizó dandár július 29-én Bersadon át való előrenyomulását és a Bugon való átkelését követően a folyó bal partján hídfő létrehozását kapta feladatául. A felderítést Lucsnjevata (*Ljuschnewata*), Golovanyevszk (*Golowanewsk*), Ternovka (*Ternowka*) irányban határozták meg. A feladat végrehajtására a dandárt megerősítették a 2. lovas légvédelmi géppágyús üteggel, a VIII. gépvontatású közepes tarackos és az 1. légvédelmi tüzérszattallyal, a német 37/2. légvédelmi géppágyús üteggel, a II. gépvontatású közepes tarackos üteggel, mely augusztus 12-ig a dandár alárendeltségében is maradt. Ezekon kívül egy páncélgépkocsi század, egy utászszázad és három hadihíd-oszlop is alárendeltségébe került. [65; 145. o.]

A dandárparancsnok a feladatát a Balanovka, Jalanez, Bersad, Ovszijejka (*Owssijewka*) menetvonalon való előretöréssel tervezte végrehajta-

ni, amely a Bug folyón való átkelést és Gejvoron elfoglalását is magába foglalta. A menetoszlopban a felderítőket a megerősített 2. gépkocsizó zászlóalj, majd a zöm követte.

A harcok során a Bug nyugati partját végül július 29-ére sikerült megtisztítani a szovjet csapatoktól. [67; 30. o.] Az 1. gépkocsizó dandár másnap, 30-án estére bevonult Gejvoronba. A harcok során 3300 foglyot ejtett, valamint 17 különböző űrméretű löveget, sok gyalogsági fegyvert és 50 katonai járművet zsákmányolt. [68; 75. o.]

A 10. kerékpáros zászlóalj Bersad északnyugati szélén kemény utcai harcot folytatott. Amikor a város déli szegélyén megjelent a 2. gépkocsizó zászlóalj elővédje, a szovjet csapatok visszavonultak. A visszavonuló erők itt is felrobbantották a hidakat, melyek helyreállítása azonnal megkezdődött. A két zászlóalj éjszaka is folytatta az előrenyomulást, és megtisztította a Bug nyugati partját, de az átkelőhelyek lerombolása miatt a túlpartra már át tudtak jutni.

A 2. gépkocsizó zászlóalj előőrese a Jalanez helységhez közeli erdőből tüzet kapott, amelyet a Bersad és Pjatkovka (*Pjatkowka*) közötti erős szovjet védőállás felderítése után jelentettek; ezután a zászlóalj szétbontakozva megtámadta az állásokat. A dandár parancsnoka intézkedett a 3. gépkocsizó zászlóalj felé a Balanovka – Pjatkovka közötti úton való gyors előrevonás utáni jobb szárnyról történő átkarolásra, amelyet két könnyű és két közepes üteg támogatott. A manőver felfedése után a szovjet erők megkezdték a visszavonulásukat. A 2. gépkocsizó zászlóalj alegységei a védőállásokba betörve 300 foglyot ejtettek. Pollisnánánál (*Pollischanna*) egy újabb védelmi állást felszámolva folytatták az ellenség üldözését, és hajnalra kiérkeztek Gejvoron előterébe. Az 1. gépkocsizó dandár zöme, követve az elővédet, 22 óráig áthaladt Bersadon.

A 2. gépkocsizó dandár Bersad észak területén készenlétbe helyezte a neki átalárendelt 11. kerékpáros zászlóaljat, a 3. gépvontatású tüzérszattallyal és

²⁵ Az említett Stuka bombakészlet a 250 kg-os SC 25D, 25 kg-os SC 25, illetve 50 kg-os SD 50 típusokból állt. Mivel a német repülőezredekben Ju 87B egységek mindenhol voltak, ezek a bombatípusok egy az egyben alkalmasak voltak a magyar Ju 86 K-2 bombázógépekhez. A zsákmányolt szovjet 100 kg-os FAB csapódógyújtós rombolóbombák felfüggesztő konzolja változtatás nélkül alkalmas volt az olasz Ca. 135 bombázógépek bombatáraihoz. A német géptípusokhoz a szovjet bombák nem voltak alkalmazhatóak, így azokból elég nagy készlet állt rendelkezésre – a szerk.

az 1. gépkocsizó dandár 1. utászszázadát, hogy ott csatlakozzanak az 1. gépkocsizó dandárhoz. A Bug szakasz biztosítására pedig kirendelte Bereski és Sumovka (*Ssumovka*) közé az egy üteggel megerősített 4. gépkocsizó, illetve a 12. kerékpáros zászlóaljat. Az 1. dandár átvonulását követően a 2. gépkocsizó dandár Voitovka (*Woitowka*) területén gyülekezett. [65; 146. o.]

A 2. gépkocsizó dandár, mely közel egy hónapig állandóan az első lépcsőben harcolt, pár nap pihenőt kapott Bersad körzetében, hogy a Gorgyjevkánál elszenvedett veszteségeket (86 halott, 10 eltűnt, 215 sebesült és 32 harcokcsi) kiheverje, rendezze az állományát és a feltöltéseket végrehajtsa. [64; 79. o.]

Az 1. lovasdandár folytatta a felzárkózását. A hajnalban megindult 3. huszárezred a hatalmas gödrökkel felaszabdalt 45 kilométeres úton a kora délutáni órákban érkezett be Smerinovkára. A 4. huszárezred 9 órakor indult meg Tulcsinon át Demkovkára. Az elpusztult lovak hiányában megalkított gyalogszázad egyelőre a helységben maradt. Az 1. lovasdandár továbbra is a gyorshadtest tartalékában állt, egyrészt, mert más harcoló csapat nem állt a parancsnok rendelkezésére, másrészt pedig a nehezen járható terenre még alkalmazhatónak találták. Miklós altábornagy véleménye szerint a lovasság, mint fegyvernem meghalt, a szovjetek elleni hadviselésre nem alkalmas, mert minden komolyabb összecsapás után 8-10 nap pihenés szükséges a lóállomány újbóli harcképességének eléréséhez. Azt is jelezték, hogy a kerékpáros zászlóaljak felváltása is szükséges, de csak teljesen ütőképessé zászlóaljakkal. [65; 147. o.]

Július 29-én a vegyes bombázószázad vadászvédelem nélkül hajtotta végre támadását. A szovjet vadászgépek zavartalanul tudták támadni őket, és egy Ju-86 bombázót le is lőttek. Az I. közelfelderítő század, valamint az 1/3. vadászszázad Annopolban, a III. közelfelderítő század pedig Proszkurovban települt július 31-ig.

Július 30-án az 1. gépkocsizó dandár elővédje a Bugon átkelve az éjszaka is folytatta az üldözést Gejvoron irányába. Ennek során több szovjet utóvéd-alegységet megsemmisítettek, és Ovsijevkán (*Owssijevka*) egy ott éjsza-

kázó zászlóaljon is rajtaütöttek. Reggelig 700-nál több foglyot ejtettek, és 8 löveget zsákmányoltak, majd folytatták a Lugovaja településtől keletre elhelyezkedő szovjet utóvédek felszámolását. A Suljotov (*Ssolyutow*) térségébe kikerkező felderítőosztag megállapította, hogy Gejvoron még szovjet kézben van, és a hidat is felrobbantották. A további harcok során birtokba vették Gejvoron Bug folyótól délre eső területét, és bevezették a folyam-biztosítást. A dandár zöme az Ovsijevka – Bersad közti területen álló erdőbe beérkezve felzárkózott. [65; 147. o.]

A második lépcsőben lévő 1. felderítő-zászlóalj a Gejvorontól délre 12 km-re található Bondurovoig (*Bondurowo*) nyomult előre, ahol egy századerejű biztosító erőt szétvert, majd folytatta a felderítési feladatát Savran (*Ssawran*) felé, ahol egy tüzérséggel megerősített védőállást derített fel. Itt védelembe rendelték a zászlóaljat a dandár déli szárnyának biztosítására, és a műszakiak megkezdték a hídverést Gejvoronnál.

A 2. gépkocsizó dandár az elfoglalt körletében hajtotta végre a feltöltési és állományrendezési feladatait. Csak az 5. gépkocsizó zászlóalj menetelt rendfenntartás céljából Bersadra.

Az 1. lovasdandár az előző napon elért körletében maradt, és a ló nélkül maradt gyalogos huszárállományát is ide szállították gépkocsikkal. [65; 148. o.]

Az 1/3. vadászszázad mind a tíz géppével, hat Junkers Ju 86 bombázógéppel együttműködésben csapást mért a Juszefovkatól (*Jussefovka*) keletre elterülő erdőben felderített szovjet erőkre.

HIVATKOZÁSOK

- [61] Várhalmi Iván. A m. kir. Honvédség erőfeszítése a gépesítés területén 1920-tól – 1941. 06-ig. A Kárpát-csoport, majd az I. gyorshadtest hadműveletei a Szovjetunióban 1941-ben Magánkiadás, 2012;
- [62] Andaházi Szeghy Viktor. A magyar királyi honvédség részvétele a Szovjetunió elleni támadásban (1941. június – december), Belvedere, Szeged, 2016;
- [63] Dr. Lengyel Ferenc. Az I. M. Kir. Gyorshadtest hadműveletei a Szovjetunió elleni háborúban (1941. július 9. – november 15.), Hadtörténelmi jegyzet, Zrínyi Miklós Katonai Akadémia, Hadtörténelmi Tanszék, 1994;
- [64] Zsedényi Zoltán. A gyorshadtest hadműveletei Oroszországban, 1941 /Előadás az Országos Tisztai kaszinóban/ Budapest, 1942. III. 20, Kézirat, HIM HL 6577;
- [65] Orosz Béla. A magyar Légierők teljesítményei a Kárpátoktól a Dnyeperig. Tapasztalatok a repülőerők vezetése és alkalmazása terén. Budapest: A Vitézi Rend Zrínyi csoport kiadása, 1942;
- [66] Dienes Gyula. Kárpátoktól a Donyeczig. Egy géppágyús üteg előretörése a szovjetelleni hátszárnyban (1941), Vitézi Rend Zrínyi csoportja munkatársainak irodalmi és művészeti szövetkezete, Budapest, 1942;
- [67] Lovik Károly, Jagits József, Dr. Kapy Rezső, Hunt Béla, Dr. Gábor Áron, Koroda Miklós. 6 haditudósító a vörös fronton Stádium Sajtóvállalat Részvénytársaság, Budapest;
- [68] Zentay István. „Egy nemzetnél sem vagyunk alábbvalók!” (Hadinapló), Budapest: a Vitézi Rend Zrínyi Csoport kiadása, 1942;
- [69] Dr. Csima Lajos. Adalékok a Horthy-hadsereg szervezetének és háborús tevékenységének tanulmányozásához (1938–1945), 1961, A Honvédelmi Minisztérium Központi Irattár kiadása.

Sorozatunkat ezen a ponton lezárjuk. 1941-ben, a nyári hadmozdulatok után, a gyorshadtest kivonásáról, a teljes magyar haderő hazahozataláról Horthy Miklós kormányzó szeptemberben, a Hitlernél tett látogatása nyomán döntött. A kivont alakulatok számára 1941. december 14-én a budapesti Hősök terén díszszemlélt tartottak, amelyen a csapatokat a kormányzó és a Honvéd Vezérkar főnöke, Szombathelyi Ferenc vezérezredes köszöntötte. December 15-ét követően az I. gyorshadtest alakulatai a honvédelmi miniszter rendelete szerint leszereltek, illetve áttértek békeállományra.

37. ÁBRA. A Ca. 135 bombázók előkészítése bevetésre [67]



HADITECHNIKA FOLYÓIRAT ÖSSZESÍTETT TARTALOMJEGYZÉK, 58. ÉVFOLYAM, 2024.

TANULMÁNYOK

Szabolcsi Róbert:	Humán operátorok tevékenységének matematikai modellezése	1/2–7.
Földi Ferenc:	A Gepárd nagy űrméretű pusák fejlesztésének története VI. rész 35 év a honvédség szolgálatában	1/8–13.
Farkas Zoltán:	Páncélozott műszaki-mentő járművek I. rész	1/14–19.
Szabolcsi Róbert:	UAV-operátorok által létrehozott hosszúperiodikus, divergáló lengések	2/2–6.
Földi Ferenc:	A Gepárd nagy űrméretű pusák fejlesztésének története VII. rész	2/7–11.
Farkas Zoltán:	Páncélozott műszaki-mentő járművek II. rész	2/12–16.
Gulyás Attila:	Pilóta nélküli platformok adatátviteli megoldásai	3/2–7.
Földi Ferenc:	A Gepárd nagy űrméretű pusák fejlesztésének története VIII. rész	3/8–12.
Farkas Zoltán:	Páncélozott műszaki-mentő járművek III. rész	3/13–20.
Balajti István – Kunos Bálint:	A radarok északi-sarkvidéki alkalmazásának kihívásai I. rész	4/2–7.
Földi Ferenc:	A Gepárd nagy űrméretű pusák fejlesztésének története IX. rész	4/8–11.
Vozsech István:	Forgózarak kényszerpályái I. rész	4/12–18.
Balajti István – Kunos Bálint:	A radarok északi-sarkvidéki alkalmazásának kihívásai II. rész	5/2–6.
	In memoriam Sárhidai Gyula Elment az „Öreg Harcos”	5/7.
Földi Ferenc:	A Gepárd nagy űrméretű pusák fejlesztésének története X. rész	5/8–12.
Vozsech István:	Forgózarak kényszerpályái II. rész	5/13–16.
Faltin Zsolt – Beneda Károly:	A határréteg kezelésének kísérleti tesztelése szimulációs program segítségével	5/17–22.
Földi Ferenc:	A Gepárd nagy űrméretű pusák fejlesztésének története XI. rész	6/2–6.
Vozsech István:	Hevederléptető kényszerpályák	6/7–12.

NEMZETKÖZI HADITECHNIKAI SZEMLE

Ozsváth Sándor:	Shahed–131 és 136 típusú „kamikaze” drónok az orosz–ukrán háborúban	1/20–23.
Bazsó-Vigh Vivien:	Északi-sarkvidéki hadviselés I. rész	1/24–31.
Szilvássy László:	Lelőhetette-e az ukrán légierő az orosz Kindzsál rakétát?	1/32–37.
Bazsó-Vigh Vivien:	Északi-sarkvidéki hadviselés II. rész	2/17–21.
Ozsváth Sándor:	A Hamász terrorszervezet drónfejlesztései	2/22–26.
Ocskay István:	A passzív drónvédelem hatékonysága páncélozott harcjárműveken	2/27–34.
Kovács Zoltán:	UBIM, az orosz skorpió	2/35–40.
Ocskay István – Vég Róbert László:	Caracal, a légi szállításra optimalizált militarizált terepjáró	3/21–23.
Kovács Zoltán – Ember István – Daruka Norbert:	Orosz IED- és akna-távfelderítő eszközök	3/24–30.
Ocskay István:	A Lauster járművek története és az MF 60 mérőjármű kialakítása	3/31–38.
Daruka Norbert:	A CB 90 őrnaszád I. rész	4/19–24.
Kelecsényi István – Varga Attila:	Air Defender 23 – a NATO legnagyobb légierő haderőnemi gyakorlata I. rész	4/25–29.
Óze Zoltán:	Taktikai atomfegyverek	4/30–34.
Daruka Norbert:	A CB 90 őrnaszád II. rész	5/23–27.
Kelecsényi István – Varga Attila:	Air Defender 23 – a NATO legnagyobb légierő haderőnemi gyakorlata II. rész	5/28–33.
Kizmus Szabolcs:	Hidegháborús bunkerek I. rész	5/34–38.
Kovács Zoltán:	Az M1150 páncélozott átjárónyitó jármű	6/13–20.
Dikács Csaba:	MiG–29 repülőgépek a jugoszláv és a szerb légierőben (1987–2024) I. rész	6/21–25.
Krizmus Szabolcs:	Hidegháborús bunkerek II. rész	6/26–30.
Ozsváth Sándor:	Zala Lancet típusú kamikaze drónok az orosz–ukrán háborúban	6/31–34.

ŰRTECHNIKA

Csurgai-Horváth László – Bacsárdi László:	Űrmérnökképzés a hazai felsőoktatásban	1/38–41.
Kovács András:	A sötét univerzum felfedezése az Euclid űrtávcsővel	1/42–49.
Ilyés András:	Rakétafejlesztő mérnökhallgatók a Budapesti Műszaki Egyetemen	2/41–47.
Bozsó István:	A műholdas földmegfigyelés történelmi és technikai háttere	2/48–53.
Herman Tibor – Dudás Levente – Pál András:	Zsebben elférő űrtechnológia	3/39–44.
Frey Sándor:	Fegyvertesztekkel a nagy műholdseregek ellen	4/35–39.
Frey Sándor:	Mintagyűjtés a Hold túlsó oldalán	5/39–43.
Bacsárdi László – Oláh Kitti:	Kvantumkommunikáción alapuló műholdas megoldások	5/44–49.
Bozsó István:	A műholdas földmegfigyelés fajtái és platformjai; aktív mikrohullámú távérzékelés	6/35–39.
Szabó Sándor András:	Barokamra mint technikai létesítmény és repülésélettani kiképzőeszköz I. rész	6/40–44.

HAZAI TÜKÖR

Ficsor Botond:	A 3D-s fémnyomtatás, mint a gépjárműmotorok gyártásának ígéretes jövőbeni technológiája	1/50–54.
Horváth Tamás – Ördögh Attila – Borkó Máté:	Dróndetektáló fejlesztés	1/55–59.
Palik Máttyás – Pogácsás Imre – Törőcsik Tímea – Szabó Nikolett:	Hatvanéves a szakkönyvtár <i>A repülőszakember-képzés és a repüléstudomány szolgálatában</i>	1/60–63.
Kovács Péter:	Láncfalpas bulldózerek a Magyar Honvédségben	2/54–60.
Restás Ágoston:	A légi tűzoltás hatékonyságának tűzoltástaktikai megközelítése	2/61–66.
Hegedűs Ernő:	ADAM-technológiájú 3D-s fémnyomtatás II. rész <i>Technológiai jellemzők és alkalmazási lehetőségek a hadiiparban, a haderőben és a katonai logisztikában, különös tekintettel az UAV-kra és a könnyűjárművekre</i>	3/45–50.
Balla János:	Dassault Falcon 7X	3/51–57.
Zentay Péter:	Operation: DEEP PURPLE I. rész <i>Az akció előzményei és nemzetközi háttere</i>	3/58–63.
Ombódi Imre:	A tábori tűzérzés meteorológiai támogatásának megújulása I. rész	4/40–45.
Zentay Péter:	Operation: DEEP PURPLE II. rész <i>A művelet előkészítése és technikai eszközei</i>	4/46–52.
Pogácsás Imre – Nagy László:	A Magyar Honvédség katonai légi szállítási képesség fejlesztésének lépései és eredményei	4/53–58.
Ozsváth Sándor:	ELBIT Skylark 3 pilóta nélküli felderítő repülőgép rendszeresítése	5/50–55.
Ombódi Imre:	A tábori tűzérzés meteorológiai támogatásának megújulása II. rész	5/56–60.
Zentay Péter:	Operation: DEEP PURPLE III. rész <i>A mentési pálya kiépítése és a beteg sikeres felszínre szállítása</i>	5/61–67.
Nagy Norbert:	A Leopard 2 harckocsisalád üzemeltetési rendszere I. rész	6/45–48.
Zsitnyányi Attila:	Könnyű páncélvédett bázisjárműcsalád fejlesztése Magyarországon <i>A Komondor RDO-3927 típusjelű jármű</i>	6/49–55.
Bíró Tamás:	Egy új páncéltörő rendszer bemutatkozása a Magyar Honvédségben	6/56–61.

HADITECHNIKA-TÖRTÉNET

Hajdu Péter:	A magyar Phönix C.I-es repülőgépek története I. rész	1/64–68.
Pap Péter:	A NALAVA géppisztoly	1/69–75.
Hajdu Péter:	A magyar Phönix C.I-es repülőgépek története II. rész	2/67–72.
Somkutas Róbert:	Az 1. királyi gyorshadtest felderítő erőinek tevékenysége VII. rész <i>Átjutás a Sztálin-vonalon (1941. 7. 18–19.)</i>	2/73–75.
Hajós Bence:	Egy katonai provizórium-gyűjtemény a Tiszán	3/64–69.
Hajdu Péter:	A magyar Phönix C.I-es repülőgépek története III. rész	3/70–75.
Tóth Dominik:	A huszita harci szekér	4/59–63.
Somkutas Róbert:	A német alárendeltségbe léptetett magyar királyi I. gyorshadtest tevékenysége VIII. rész <i>Tovább előre a Bug folyóig (1941. 07. 20–22.)</i>	4/64–68.
Szatmári András:	A magyar légierő szovjet eredetű sugárhajtású repülőgépeinek gépágyúí, 1951–2010 I. rész	4/69–75.
Somkutas Róbert:	A német alárendeltségbe léptetett magyar királyi I. gyorshadtest tevékenysége IX. rész <i>Magyar dandárok a Bug folyónál – Pecsarától Trosztanyecig (1941. 07. 22–26.)</i>	5/68–71.
Szatmári András:	A magyar légierő szovjet eredetű sugárhajtású repülőgépeinek gépágyúí, 1951–2010 II. rész	5/72–75.
Hajós Bence:	NDK hadihídkészletből épített közúti hidak Magyarországon	6/62–69.
Somkutas Róbert:	A német alárendeltségbe léptetett magyar királyi I. gyorshadtest tevékenysége X. rész <i>Magyar dandárok a Bug folyónál – Pecsarától Trosztanyecig (1941. 07. 26–29.)</i>	6/70–73.
	Haditechnika folyóirat összesített tartalomjegyzék, 58. évfolyam, 2024	6/74–75.



STUDIES

- History of the development of the 'Gepárd' large-calibre rifle, *Part 11*
35 years of service in the Hungarian Defence Forces **2**
- Constraint tracks of machine gun cartridge steppers **7**

INTERNATIONAL MILTECH REVIEW

- The M1150 Armoured Assault Breacher Vehicle **13**
- The deployment and service of MiG-29 fighting aircraft in Yugoslavian and Serbian air forces (1987–2024.), *Part 1* **21**
- Cold war bunkers, *Part 2* **26**
- Zala Lancet kamikaze drones in the Russo-Ukrainian war **31**

SPACE ACTIVITIES

- Satellite Earth observation types and platforms; active microwave remote sensing **35**
- Hypobaric chamber as a technical facility and flight physiology training device, *Part 1* **40**

DOMESTIC SURVEY

- Operation system of Leopard 2 tank family, *Part 1* **45**
- Development of a light armoured base vehicle family in Hungary
The Komondor type RDO–3927 vehicle **49**
- Introduction of a new anti-tank system in the Hungarian Armed Forces **56**

MILTECH HISTORY

- Road bridges built from GDR war brigades in Hungary **62**
- The activities of the 1st Royal Quick Reaction Corp subordinated to Germany, *Part 10 Hungarian brigades at the river Bug – from Pechara to Tronstaniec (1941. 07. 26–29.)* **70**
- Haditechnika journal summarized table of contents, volume 58, 2024. **74**

STUDIEN

- Die Entwicklungsgeschichte der Großkalibergewehre von Gepárd, *Teil XI. 35 Jahre im Dienst der Landesverteidigung* **2**
- Zwangsweise beim Bewegen des Gurtes der Maschinengewehre **7**

INTERNATIONALE WEHRTECHNISCHE RUNDschau

- Angriffsbrecherfahrzeug M1150 **13**
- Regularisierung und Einsatz des MiG-29-Kampfflugzeugs in den jugoslawischen und dann serbischen Luftstreitkräften (1987–2024.), *Teil I.* **21**
- Bunker des Kalten Krieges, *Teil II.* **26**
- Kamikaze-Drohnen von Type „Zala Lancet“ im russisch-ukrainischen Krieg **31**

RAUMFAHRTTECHNIK

- Arten und Plattformen der Satelliten-Erdbeobachtung: Aktive Mikrowellen-Fernerkundung **35**
- Druckkammer als technische Einrichtung und Flugphysiologie-Trainingsgerät, *Teil I.* **40**

HEIMATSCHAU

- Betriebssystem der Panzerfamilie Leopard 2, *Teil I.* **45**
- Entwicklung einer leicht gepanzerten Basisfahrzeugfamilie in Ungarn
RDO–3927 Komondor **49**
- Einführung eines neuen Panzerabwehrsystems in den Ungarischen Streitkräften **56**

GESCHICHTE FÜR WEHRTECHNIK

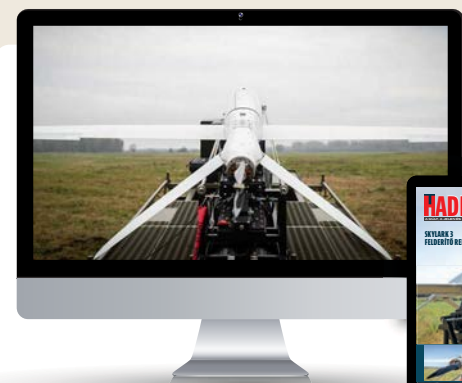
- Straßenbrücken in Ungarn aus DDR-Militärbrückenbestand **62**
- Die Aktivitäten unter deutscher Befehlsführung des 1. Königliche Schnelle Korps, *Teil X Ungarische Brigaden am Fluss Bug – Von Pecera nach Trostyanets (26-29.07.1941.)* **70**
- Zusammenfassung des Inhaltsverzeichnisses des Magazins Haditechnika, 58. Jahr, 2024. **74**

Címlapképünkön: A Komondor RDO–3927 típusjelű, önzvezérlésre alkalmas, távvezérelhető jármű, amely katonai felhasználás esetén – a fegyveres alkalmazás mellett – harcéri felderítő- és sebesültszállítási feladatok végrehajtására is alkalmazható (Fotó: Zsitnyányi Attila, GAMMA Zrt.)

B2: Egy amerikai M1150 páncélozott átjárónyitó jármű szalagtöltetet indít az aknamezőn robbantással történő átjárónyitáshoz

a lengyelországi Drawsko Pomorskie-ben végrehajtott „Defender Europe 22” többnemzeti NATO-gyakorlaton (Forrás: Alamy)

Poszter: Először hajtottak végre kiképzési célú lögyakorlatot Leopard 2A7HU harcokcsikkal a szomódi lőtéren. Az MH KGY 1. pc. dd. vitéz Tarcay Ervin 11. Harckocsizászlóaljának katonái álló helyzetben, valamint előre- és hátramenetben adtak le lövéseket a rendszerbeállított lövészet során (Fotó: MH KGY 1. pc. dd. / Kertész László)



KEDVENC LAPJAIT – KÖZTÜK A HADITECHNIKÁT –
A LAPTAPÍR SZOLGÁLTATÁSÁVAL OLVASSA ONLINE
ASZTALI VAGY TÁBLAGÉPEN, ILLETVE OKOSTELEFONON.
BÁRHOL, BÁRMIKOR ELÉRI: LAPTAPIR.HU



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 ORCID-azonosítóját (www.orcid.org oldalon kérhető), továbbá a szerző munkahelyét, intézményi kötődését angol és magyar nyelven (illetve tudományos fokozatát – ha ilyenrel rendelkezik). A kéziratot csak a felhasznált irodalmak megjelölésével fogadjuk el. Ha a hivatkozott irodalmi forrás rendelkezik DOI-azonosítóval, azt kérjük feltüntetni. A hivatkozásokra vonatkozó szabály, hogy egyetlen olyan forrás se szerepeljen a felhasznált irodalom jegyzékében, amelyre a szerző a törzsszövegben nem hivatkozik. A szerzői jogra (copyright) vonatkozó jogok és kötelezettségek, továbbá a tiszteltetdíj a kiadói szerződésben kerülnek szabályozásra.

A cikkeket a haditechnika@hmrzinyi.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: 5940 Ft
Előfizetésben terjeszti a Magyar Posta Rt. Hírlap Üzletága, 1089 Budapest, Orczy tér 1.
Előfizethető valamennyi postán, kézbesítőknel,
e-mailen: hirlapelofizetes@posta.hu,
faxon: 303-3440;
Stúdió könyvesbolt 1138 Bp., Népfürdő u. 15/D
Telefon/fax: 359-1964, 359-6461;
HM Zrínyi Nonprofit Kft.
Ügyfélszolgálat – Könyv- és térképbolt
1024 Budapest, Filler u. 14.
Levélcím: 1440 Budapest, Pf. 22
Telefon: +36 30-388-4034
E-mail: ugyfelszolgalat@hmrzinyi.hu
A folyóirat 2005–2015 közötti példányai elérhetők:
<https://kiadvany.magyarhonvedseg.hu/index.php/HT>

A HADITECHNIKA MEGVÁSÁROLHATÓ

Líra Könyvárúháza, Récsi 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
1024 Bp., Filler u. 14.
Nyitvatartás: H–P 9.00–16.30
ugyfelszolgalat@hmrzinyi.hu

JELSZAVAK ÉS HITELESÍTÉS



A kiberbiztonsági incidensek többsége a gyenge vagy alapjelszavak használata miatt következik be!

Gyenge jelszó

123456
123456789
qwertz
qwerty123
Jelszo
password

Ez is gyenge jelszó

123456!
123456789aA
Qwertz12!
Qwertz123
Jelszo1!
pa\$\$word1

Egy erős jelszó valahogy így néz ki:

y9@zhZJ5%2DC!Sqq

A BIZTONSÁGOS JELSZÓHASZNÁLAT 6 LEGFONTOSABB ISMÉRVE:

1

Soha ne használjuk ugyanazt a jelszót az összes felületen!

Gyakran – önmagunkat is becsapva – a könnyű megjegyezhetőség miatt azonos jelszót használunk a különböző fiókjainkhoz, például: Gmail, banki applikáció, Booking, de a céges levelezéshez is – mil.hu., hm.gov.hu. Ezt nevezzük jelszó-újrafelhasználásnak (password reuse).

Ebben az esetben számolni kell azzal, hogy ha egy fiókunkat feltörik (hiába erős a jelszó), akkor a többi fiókunk hozzáférési adatai is ismertté válnak.

2

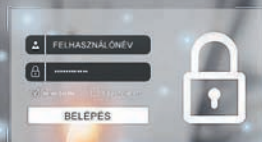
Használjunk egyedi jelszavakat!

Ne használjunk ránk jellemző jelszót (pl.: saját nevünk, háziállat neve stb.), vagy egyszerű, egyszavas jelszavakat. Használjunk hosszabb és többféle karakterből álló jelszót (kis- és nagybetűk, számok, speciális karakterek vegyesen, legalább 8–12 karakter javasolt). Használhatunk több szóból álló jelmondatot (passphrase) vagy random generált jelszót is, ezekben az esetekben még kisebb a kompromittálódás esélye.

3

Válasszunk erős jelszavakat!

A hackerek egyre kifinomultabbak, ezért egy egyszerű felkiáltójel egy szó végén nem fog nagyobb védelmet biztosítani, sőt már az sem, ha például az „s” betűt \$ jellel helyettesítjük! A jelszó talán legbiztonságosabb formája a jelmondat (passphrase) alkalmazása. A jelmondat általában hosszabb, mint egy jelszó és szóközöket is tartalmaz. Tartalmazhat szimbólumokat is, és nem kell nyelvtanilag helyesnek lennie. Az a legjobb jelmondat, amiben a szavak teljesen véletlenszerűek, akár szlenget is használhatunk. Egy jó jelmondat számunkra könnyen megjegyezhető, de a hackerek számára nehezen feltörhető és kitalálható.



4

Kezeljük bizalmasan jelszavainkat!

Soha ne osszuk meg őket! Ne adjuk meg a jelszavunkat senkinek e-mailben, telefonon, SMS-ben! Ne mentsük el internetezés közben a böngészőbe! Ha nyilvános helyen (buszon, kávézóban) lépünk be egy fiókunkba, ügyeljünk rá, hogy más ne láthassa a jelszavunkat, amikor begépeljük azt!

6

Ahol lehet, használjuk a kétlépcsős hitelesítést!

Az erős jelszavak és jelmondatok mellett használhatunk egy további védelmi megoldást a fiókjaink, profiljaink védelme érdekében. Ez a többfaktoros/multifaktoros/kétlépcsős hitelesítés (MFA).

5

Rendszeresen cseréljük jelszavainkat!

Legalább havonta cseréljük a fontosabb alkalmazások (pl.: banki applikáció, céges vagy privát levelezőrendszer) jelszavait.

+1 Tipp:

Ugyanakkor, ha minden fiókhoz, oldalhoz és eszközökhöz külön jelszót szeretnénk használni, akkor átlagosan közel 40-50 jelszót kellene, hogy megjegyezzünk. Ez szinte lehetetlen. Ezért használjunk jelszómenedzser-alkalmazást (password manager), ahelyett hogy felírnánk a jelszavunkat cetlire, noteszbe, telefonjegyzetbe, e-mail pizskozatba vagy a képernyőnk sarkába ragasztott post-it-re.

Mi az az MFA?

Egy második lépés (faktor) a bejelentkezés során a jelszó megadása után, amivel bizonyítjuk, hogy kik vagyunk. A második faktor lehet például egy hatjegyű kód, egy alkalmazás, mint az okostelefonunkon adunk meg vagy egy egyszerű, szöveges üzenetben küldött kód.

Hogyan működik az MFA?

Először is szükségünk van valamire, amit tudunk (1. faktor), ilyen lehet a fiókunkhoz tartozó jelszó vagy PIN-kód. Emellett szükségünk van valamire, amihez hozzáférünk (2. faktor): egy alkalmazás az okostelefonunkon, amiben elérünk például egy hatjegyű kódot.

Miért használjunk MFA-t?

Mert meg tudja akadályozni a fiókunk feltörését. Ha MFA-t használunk és egy támadó megszerzi a jelszavunkat, nem fog tudni hozzáférni a fiókunkhoz. Az MFA könnyen, egyszerűen beállítható és használható.



SZERETEM, MEGVÉDEM!

Csatlakozz a területvédelmi
tartalékosokhoz!

[IRANYASEREG.HU/TARTALEKOS](https://iranyasereg.hu/tartalekos)