Dr. Molnár László

Eljárás az aeroszol robbanó harcanyagok/harci részek hatásjellemzőinek meghatározására – hazai kutatási eredmények

Bevezetés

1985 és 1990 között, a volt Mechanikai Művek Speciális Rt. (MM Spec. Rt.) kezdeményezésére, az akkori Ipari Minisztérium Hadiipari Főosztálya K+F tervet állított össze a nagyenergiájú robbanóanyagok kidolgozására és az ezekkel szerelhető harcanyagok hatásnövelésére irányuló elméleti és (részben) kísérleti kutatásokra, amelyek – elsősorban finanszírozási okok miatt – nem fejeződhettek be.

A tevékenység részeként elemezték és feltárták néhány aeroszol robbanóanyag fizikai, kémiai és műszaki-technikai főbb jellemzőjét, amelyek ismeretében potenciálisan lehetséges egyes közepes és nagy űrméretű romboló tüzérségi lövedékek, rakéta harci részek és romboló bombák hatásnövelése.

Hazánkban, az aeroszol-harceszközök katonai vonatkozású tudományos színvonalú elemzésére első alkalommal 1981-ben [1], majd 1992-ben és 2002-ben [2] került sor.

A szerző napjainkig folytatott kutatásai szerint további K+F tevékenység és hadiipari beruházás bázisán valamely prototípus-harcanyag teljes körű statikus minősítő vizsgálata sikeresen megvalósítható Magyarországon. Lövedékek, bombák estén – és megfelelő lőtér (esetleges) hiányában – a további szükséges vizsgálatok nemzetközi együttműködési keretek között hajthatók végre.

Ismertetés, specifikáció

Az aeroszol robbanóanyagok az aeroszol-harceszközök rendeltetésszerű működése során képződő heterogén diszperz rendszerek, amelyek levegőből, éghető anyagok szoljaiból, gázaiból és gőzeiből állnak, és amelyek rendszer szinten képesek – a (gyors) égési fázis kihagyásával – folytonos, stabil, és a rendszerre jellemző maximális sebességű detonációra, iniciáló impulzus hatására [15]. A diszperziók szemcsemérete $5 \cdot 10^{-7} \cdot 10^{-9}$ m.

Éghető anyagként különböző halmazállapotban jelenlévő – általában önmagukban nem robbanó – anyagokat [16] alkalmaznak, amelyeknek a levegő együttes oxigén és nitrogén komponenseivel alkotott alsó és felső robbanási, valamint detonációs határkoncentrációi alacsonyak (max. 10%) és közel azonosak [16, 17], továbbá iniciálásuk kizárólag növelt energiatartalmú és detonációs impulzusú detonátorokkal lehetséges [2].

A követelményeknek megfelelő leggyakrabban alkalmazott anyagok: flegmatizált és inhibitált; szilárd/folyékony halmazállapotú

– fémorganikus (Li, Mg, Al, B, Fe) vegyületek,

továbbá

– szerves oxidok (etilén, propilén) [6],

– szén, fémporok (Al, Mg, Am ötvözet, [17]).

Robbanóanyag-diszperziók (esetleges) alkalmazása nem járna plusz előnnyel a fenti anyagokhoz képest, mivel a fentiek szerinti méreteik nagyságrendekkel kisebbek a stabil detonációjukhoz szükséges kritikus/határméreteknél. Vagyis önmagukban detonációra képtelenek, így az ennek megfelelő sebességű átalakulásuk kizárólag a diszperziós-fázis-állapotukban következhet be [2].

A harceszközök harci részei a heterogén diszperziók képzésére (előállítására) optimális méretű detonációs (lég-) térben történő szétoszlatására és az aeroszol robbanó-

ÖSSZEFOGLALÁS: Hazánkban az 1980-as években született kutatási és kísérleti eredmények nyomán a szerző kidolgozta az aeroszol-harcanyagok hatását elsődlegesen meghatározó aeroszol robbanóanyagok abszolút és (itt) a préselt TNT-re vonatkoztatott relatív hatásfüggvényeit. Bizonyította továbbá, hogy ezek explicit kifejtései megegyeznek Borisz Zeldovics robbanóanyagok detonációs folyamataira kidolgozott hidrodinamikai elméletének vonatkozó kifejezéseivel és megállapításaival. Mindezek alkalmazásával vázolta az aeroszol detonáció t(h)ermobar hatásait, továbbá fénykép-dokumentációkkal szemléltette a hazai főbb kísérleti vizsgálatokat.

KULCSSZAVAK: Aeroszol, thermobar robbanóanyagok, robbanó harcanyagok, aeroszol robbanóanyagok hatásai

ABSTRACT: Based on the research and experimental results gained in Hungary in the 1980s, the author elaborated absolute and relative action integrals of the aerosol explosive materials which primarily determine the effect of the aerosol warfare agents; the relative one is related here to the pressed TNT. He also proved that the explicit explanations of them are consistent with the relevant expressions and findings of Boris Zeldovich's hydrodynamic theory of explosive detonation processes. Using all these, he outlined thermobaric effect of the aerosol detonation and illustrated the main Hungarian experimental studies by the use of photographic documents.

KEY WORDS: Aerosol explosives, thermobaric explosives, explosive war agents, effects of aerosol explosives

* Hadtudomány (haditechnika) kandidátusa, NKE Hadtudományi Doktori Iskola (National University of Public Service Doctoral School). ORCID:0000-0002-3411-831X

DOI: 10.23713/HT.54.1.01

anyag iniciálására alkalmas aktív töltetekből [16, 18, 19] állnak. A diszpergálást és az elkeverést minden esetben robbantással valósítják meg.

Az aktív töltet lökőtöltetből és egy vagy több nagy detonáció-sebességű (D: min. 8-9000 ms) és nagy detonációs impulzus generálására alkalmas (fenti iniciálási funkciót ellátó) detonátorból áll. A lökőtöltet anyaga alacsony detonációsebességű (D: max. 5-800 ms) brizáns/tolóhatású, alacsony detonációs hullámfront hőmérsékletű (T: max. 500 K) folyékony és/vagy szilárd halmazállapotú robbanóanyag.

A szol az aktív töltet mechanikus aprításának – gyakorlatilag teljes egészében – az inhibítor/flegmatizátor párolgásának (szublimációjának) következményeként képződik.

Az aeroszol-harceszközök az aeroszol robbanóanyagok potenciális energiáit hasznosítják [20]. Rendeltetésük a különböző szélességben és mélységben elhelyezkedő élőerő-csoportosítások megsemmisítése, illetve harcképtelenné tétele [20] és (elsősorban) mesterséges objektumok (építmények, épületek) rombolása [21].

A harceszközök alkalmazásának célszerű formája tömeges méretű, egyidejű bevetésük [20, 22] a fegyvernemek első, majd (szükség szerint) következő csapásainak részeként.

Az aeroszol harci részek, harcanyagok és robbanóanyagok hatásjellemzői

A szerző kutatásai szerint bármely harcanyag valamennyi hatásjellemző mérőszáma kifejezhető a beszerelt brizáns robbanóanyag-főtöltet detonációs hullámfrontját szabatosan jellemző gázdinamikai függvények összességével. A harcanyag valamely domináns hatásának megfelelő mérőszám leírható ezek közül egyetlen, a domináns hatást jellemző függvénnyel. [23]. A függvényeket a hivatkozott saját publikációkban bemutatta a szerző, azok a rendelkezésre álló szakirodalmakban nem találhatók meg.

A *hg*-index jelű – ezen belül *a*- (index) azonosítóval specifikált harcanyag $X_{hg,a}$ hatásfüggvényei – amelyek bármely harcanyagra vonatkozhatnak – az alábbiak:

$$X_{hg,a} = f_{X_{hg,a}}(Y_{ks}, Y_{cél}, Y_{rg}), \tag{1}$$

ahol, Y_{ks}, $Y_{cél}$, Y_{rg} függvények, amelyek sorrendben a harcanyag konstrukciójára (*ks*), a leküzdendő célra (*cél*) és a főtöltet robbanóanyagára (*rg*) vonatkoznak.

A továbbiakban a *hg* = *AE*-index jelű aeroszol-harcanyagok rendeltetésszerű működése során képződő, *a* = ae-index jelű aeroszol robbanóanyagok $X_{hg=AE,\,a=ae}$ hatásjellemzőinek kifejtésére kerül sor. Az ide vonatkozó általános összefüggés, az (1) egyenlet módosított változata, amelyben Y_{ks}, $Y_{cél}$ függvények hiányoznak.

$X_{AE,ae}$-t szabatosan jellemezhető a főtöltet detonációs hullámfrontjához rendelhető, max. 2 elemi gázdinamikai függvénnyel, amelyek közül sebességjellemzők a $D_{rg} \equiv Y_{rg,D}$ és $v_{rg} \equiv Y_{rg,v}$, ahol D_{rg} a robbanóanyag detonációsebessége, v_{rg} a robbanóanyag detonációs végtermékének áramlási sebességfüggvénye a hullámfront normálisának irányával egyezően. Továbbá 3 gázállapotjelző függvénnyel, amelyek $(p,T,\rho)_{rg} \equiv Y_{rg,(p,T,\rho)}$, ahol T a hőmérséklet, ρ a sűrűség, illetve a következő származtatott hatásjellemző függvényekkel: fajlagos impulzus, detonációs időtartam, összegzett erőlökés, detonációs tartomány maximális térfogat, amelyek $I_{rg} \equiv Y_{rg,I}$, $\Delta t_{rg} \equiv Y_{rg,\Delta t}$, $\sum I_A \equiv A\Delta t_{rg} \equiv Y_{rg,\Sigma}$, $V_{rg,g,\max} \equiv Y_{rg,y}$, ahol A a detonációs hullámfront felülete, F, az ezen felületre ható erő. Vagyis,

$$[X_{AE,ae}]_{i=(D,\,v,\,p,\,T,\,\rho)_{rg}} = (Y_{rg,D}, Y_{rg,v}, Y_{rg,p}, Y_{rg,T}, Y_{rg,\rho}, Y_{rg,\Delta t}, Y_{rg,\Sigma}, Y_{rg,V}) \tag{2}$$

$X_{AE,ae}$ analitikus formái felírhatók az alábbiak szerint. (Lásd a [23] publikációkat, amelyekben bizonyítást nyert, hogy ezek mindegyike a valamely $Y_{rg,i}$, *n*-ed rendű algebrai kifejezése.)

$$[X_{AE,ae}]_i = P_i + Q_i \Delta U^{m_{\alpha/\beta}}_{rg/g,A}, \tag{3}$$

ahol,

P_i: dimenzió nélküli állandó.

Q_i: Függvényértékek, amelyek dimenziói és mérőszámai is, a valamely *i, …, j* hullámfront-jellemzőként különbözőek, de ugyanazon jellemzők esetén, számértékeik közel egyezőek.

$\Delta U_{rg/g,A}$: A robbanóanyag és a *g*-index jelű detonációs végtermék közötti fajlagos (tömegegységre vonatkoztatott) belsőenergia-változás függvénye a detonációs hullámfront *A*-index jelű felületén.

m_α és m_β: Természetes számok – valamennyi *i*-re – a következők szerint:

$$0 < m_\alpha \leq 1 \quad \text{és} \quad 0 < m_\beta \leq 2 \tag{4}$$

A: A detonációs hullámfront felülete. Továbbá,

$$P_i << Q_i \Delta U^{m_{\alpha/\beta}}_{rg/g,A}, \text{ ezért közelítéssel } P_i \text{ elhanyagolható.} \tag{5}$$

A fenti (3–5) összefüggések – a szerző hivatkozott szakirodalomban részletezett módszere szerinti – következő általános megoldásai függvények, amelyek megegyeznek a Ja. B. Zeldovics által megalkotott és a robbanóanyagok detonációs hullámfrontján értelmezhető gázdinamikai egyenletekkel [12] [24].

$$D_{rg} = \left[2(n^2 - 1)\Delta U_{rg/g,A}\right]^{1/2} \tag{6}$$

ahol, n, g: a gázfázisú detonációs végtermék politrop- (közelítő számításoknál) izentróp kitevője, átlagos molekulatömege.

A hatásjellemzők relatív (összehasonlító) függvényeinek megállapításához, a vizsgálatok részeként egy tűzben indítható, 1,55 gcm^{-3} sűrűségű homogén TNT préstestből álló, No. 8. számú gyutaccsal indítható, burkolat nélküli robbanóanyag-tölteteket használtak fel. A vizsgálati eredményeknek megfelelően, az (1–6) összefüggések felhasználásával meghatározott fenti hatásfüggvények, a következők,

$$\left(\frac{D_{rg}}{D_{rg,0}}, \frac{v_{rg}}{v_{rg,0}}, \frac{T_{rg}}{T_{rg,0}}\right) = \left(\frac{\Delta U_{rg/g,A}}{\Delta U_{(rg/g,A)0}}\right)^{1/2} \tag{7}$$

$$\frac{p_{rg}}{p_{rg,0}} = \frac{\rho_{rg}}{\rho_{rg,0}} \frac{\Delta U_{rg/g,A}}{\Delta U_{(rg/g,A)0}} \tag{8}$$

$$\frac{\rho_{rg,g}}{\rho_{rg,g,0}} = \frac{\rho_{rg,g,kezd.}}{\rho_{rg,0}} \tag{9}$$

Továbbá, a származtatott függvények

$$\frac{\Delta t_{rg}}{\Delta t_{rg,0}} = (4\pi)^{\frac{2}{3}} \frac{n}{(n+1)^{\frac{1}{3}}} \left(\frac{m_{rg}}{m_{rg,0}} \frac{\rho_0}{\rho_{rg,kezd.}}\right)^{\frac{1}{3}} \left(\frac{\Delta U_{(rg/g,A)0}}{\Delta U_{rg/g,A}}\right)^{\frac{1}{2}} \tag{10}$$

$$\frac{\sum I_A}{\sum I_{(rg,0)A}} = \frac{A\,\Delta t_{rg}}{A_0\,\Delta t_{rg,0}} = \frac{m_{rg} A\,\Delta t_{rg}}{(m_{rg} A_0 \Delta t_{rg})_0} \left(\frac{\Delta U_{rg/g,A}}{\Delta U_{(rg/g,A)_0}}\right)^{\frac{1}{2}} \tag{11}$$

Következtetések

Az előzőekben ismertetett heterogén diszperz rendszerek mindegyikénél $\Delta U_{rg/g,A} >> \Delta U_{(rg/g,A)_0}$ és $m_{rg} \geq m_{rg,0}$, ezért a detonációsebesség, a detonációs végtermékek áramlási sebessége, az összegzett erőlökés és a hőmérséklet relatív mérőszámai, 1–1,5 nagyságrend szorzótényezők szerint nagyobbak a fenti TNT-referencia töltetekénél.

Az aeroszol-főtöltetek és a referencia-töltetek, nyomás és sűrűség hatásjellemzőinek relatív mérőszámai a fentinél általában kisebbek, max. 1 érték szerintiek. A hatásjellemzők vonatkozásaiban az aeroszol-harcanyagok jelentősége abban nyilvánul meg, hogy épületek, építmények rombolására irányuló rendeltetésszerű felhasználásaik esetén $V_{rg/g,\max}$ mérőszámai beállíthatók a rombolandó objektumok (saját) rezonancia-frekvenciáinak tartományaiba, és az ezen időtartamok során az összegzett erőlökéseik – tehát az ezen származtatott hatásjellemzőik mérőszámai – 2-3 nagyságrend szorzótényező szerint haladhatják meg a referenciaértékeket [19, 25].

Az aeroszol-harcanyagok és robbanóanyagok további haditechnikai jellemzője azok thermobar hatása, amely egyedülálló a hagyományos harcanyagok között [26, 27].

Az aeroszol robbanóanyagok detonációinak következményeként, a megnövekedő hőmérséklet mellett, min. a $V_{rg/g,\max}$ térfogatban – gyakorlatilag – az oxigén és (az aeroszol töltet konstrukciójától függően) a nitrogén összes mennyisége elhasználódik a kémiai reakciók során és légzésre – általában – alkalmatlan oxigénhiányos állapot következik be, min. a Δt_{rg} időtartam során. Ennek következménye, a néhányszor $V_{rg/g,\max}$ térfogatban lévő élőerők nagy számának harcképtelenné válása, esetleg részleges megsemmisülése [28, 29].

Megjegyzés: A hatékonysági jellemzők kifejthetősége. A fenti harci részek és harcanyagok hatékonyságjellemzőit jelen publikációban nem elemeztük. Ugyanis a jellemzők szabatos kifejtéséhez szükségesek a vázolt hatásjellemzőkön túlmutató egyéb információk, ezeken belül elsősorban a valamely helyi háború során, a valamely aeroszol robbanóanyag/harcanyag rendeltetésszerű alkalmazására vonatkozó logisztikai feltételek ismeretei nem állnak rendelkezésre. Mindezek következményeként, a fenti jellemzők explicit formái nem állíthatók elő.

Szemléltetés

Az alábbi filmkockák szemléltetik a bevezetésben hivatkozott K+F-tevékenység részét képező 15 kg mennyiségű, szubmikroszkópos – mikroszkópos mérettartományú Al/Mg/C:20/20/60% összetételű aeroszol-főtöltet detonációs folyamatát. Az iniciálás kezdeti időpontja, a filmkockák közötti időtartam-különbség 1/100 s, az egyes felvételek exponálási időtartama: 1/1000 s.

A kísérleti robbantások filmfelvételeinek elemzési eredményei elégséges alapul szolgáltak a fenti elméleti megállapítások igazolására.



1. ábra. t_1: t_0 + 0,01s Δt_{exp}: 0,001 sec. A detonációs térfogat max. átmérője: 16 m, magassága: 7 m



2. ábra. t_2: t_1 + 0,01s Δt_{exp}: 0,001 sec. A detonációs térfogat max. átmérője: 28 m, magassága: 8 m



3. ábra. t_3: t_2 + 0,01s Δt_{exp}: 0,001 sec. A detonációs térfogat max. átmérője: 25 m, magassága: 15 m



4. ábra. t_4: t_3 + 0,01s Δt_{exp}: 0,001 sec. A detonációs térfogat max. átmérője: 15 m, magassága: 5 m

Felhasznált irodalom

[1] Ungvár Gyula. „Az 1970-es évek tüzérségi lőszerfejlesztési eredményei a nyugati államokban.” *Haditechnikai Szemle* 15, 4. sz (1981): pp. 12–17.;
[2] Molnár László. *Robbanásfizika*. Kézirat. Miskolci Egyetem, 1987.;
[3] Molnár László. *Implóziós robbantás*. Kandidátusi értekezés. Budapest: Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 1992.;
[4] Lukács László. Az idegen hadseregek átjárónyitó eszközei 1–3. *Műszaki Katonai Közlöny* 3. évf., 1., 2., 3. sz. (1993);
[5] Lukács László. „A föld akna problémája és a megoldás lehetőségei, különös tekintettel a magyar honvédség közreműködésének javasolható irányaira 1-3.” *Műszaki Katonai Közlöny* 7. évf., 1., 2. és 3–4. szám (1997);
[6] Molnár László. „Aeroszol- robbanó harceszközök.” *Bólyai Szemle 11. évf.,* Különszám III. (2002): pp. 159–168.;
[7] Molnár László. „Aeroszol robbanóanyagok katonai és polgári célú hasznosításának néhány vonatkozása.” *Fúrás- Robbantástechnikai Nemzetközi Konferencia*, 2008. pp. 151–157.;
[8] Molnár László. *Néhány perspektivikus lehetőség elemzése hagyományos robbanó harcanyagok / harcirészek hatékonyságának növelésére*. ZMNE Hadtudományi Doktori Iskola. Tantárgy, 2011.;
[9] Ласло Др. Молнар. „Метод расчета при определении действия и эффективности традиционных взрывчатых боевых веществ/боевых частей.” ВОПРОСЫ ОБОРОННОЙ ТЕХНИКИ, Выпуск 7–8, (2013): pp. 53–58.;
[10] Ласло Др. Молнар. „Имплозивная детонация. Моделирование и возможный способ исчисления характеристик фронта детонационной волны.” ВОПРОСЫ ОБОРОННОЙ ТЕХНИКИ, Выпуск 1 - 2, (2014) pp. 33–38.;
[11] Molnár László. *Robbanóanyagok, robbanó harcanyagok alkalmazása, hatása, hatékonysága*. ZMNE Hadtudományi Doktori Iskola. Tantárgy, 2015;
[12] Molnár László. *Repülőgépfedélzeti fegyverek részét képező bombák, rakéták harcirész – hatásainak, -hatékonyságának fejlődése.* 13. Fúrás-Robbantástechnika Nemzetközi Konferencia, 2016;
[13] Cifka Miklós. Az NH90 korszerű közepes szállító helikopter. *Haditechnika* 45. évf., 5. sz. (2011). pp. 24–27.;
[14] Szilvássy László. Légibombák – termobarikus (aeroszol) bomba. *Repüléstudományi Közlemények* 30. évf., 3. sz (2018. november): pp. 7–14.;
[15] Kulczynszky, S.: „Amunicija poliwowopowi etrzna.” *Wosjkowy Przeglad Techniczny*, 12. évf. /9. sz. 436. p.;
[16] Simits, D. – Popovits, M. – Sirovatka, R. – Andelits, U.: „Influence of Cast Composite Thermobaric Explosive Compositions. *Scientific Technical Rev*., 2013 Vol. No. 2, pp. 63–69.;
[17] Sikorska, A.: Materialy wybuchowe o duzej energii, *Wosjkowy Przeglad Techniczny* 12. évf., 3. sz (1980): 102–103.p.;
[18] Wildegger – Gaissmaier, A.: „Aspects of Thermobaric Weaponry” *Military Technology*, Vol. 28, No.6. (2004): pp.125–130.;
[19] Lavoine, L.: „Fuel Air Explosives, Weapons and Effects” *Military Technology*, Vol. 13., No. 09. (1989);
[20] Damó László (szerk.): *Katonai Lexikon*, Budapest: Zrínyi Katonai Könyvkiadó, 1985.;
[21] Kim, C. K., Hwang, J. S., Im, K. S.: *Numerical simulation of afterburning of thermobaric explosive products in air.* 23-rd International Symposium on Ballistics, Spain, 2007.;
[22] Kocsis Bernát. *A hadtudomány általános elmélete és a hadművészet*, Budapest, Zrínyi Kiadó, 1987.;
[23] Molnár László. „Repeszlövedékek/harcirészek hatékonysága és a repesztöltetek fajlagos energiatartalmai közötti összefüggések, I–IV. rész,” *Műszaki Katonai Közlöny* 19. évf., 1–4 sz., (2009).;
[24] Zeldovics, Ja. B.: *Teorija udarnüh voln i vvedjenie v gazodinamiku*, Moszkva, Izd. AN SZSZSZR, 1946.;
[25] Barcz, K., Trcinsky, W. A.: „Thermobaric and enhanced blast explosives” Biuletyn Wojskowej Akademii Technicznej. Vol. 59, nr. 3. (2010): pp. 7–39.;
[27] Szilvássy L.: Légibombák – termobarikus (aeroszol) bomba. Repüléstudományi Közlemények, 2018 / 3. pp. 7–14.;
[28] Xing, Xiao Ling, Sheng Xiang Zhao, Zhen Yu Wang, and Guang Tao Ge.: “Discussions on Thermobaric Explosives (TBXs).” Propellants, Explosives, Pyrotechnics 39, no. 1 (December 2, 2013): 14–17. https://doi.org/10.1002/prep.201300003;
[29] Hahma, A., Palovuori, K., Solomon, Y.: *TNT – Equivalency of Thermobaric Exploives.* 36th International Pyrotechnics Society, Germany, 2005.

(Fotók a szerző gyűjteményéből.)



8. ábra. Drónrajtámadás

Dr. Németh András – Pápics Patrik***

Mini UAV-rajok alkalmazásának lehetőségei, különös tekintettel a katonai célú igénybevételre III. rész

Szórakoztatóipar

Napjainkban talán a szórakoztatóipar és látványtechnika területén található a legtöbb példa az UAV-rajok gyakorlati alkalmazására, annak köszönhetően, hogy ilyen jellegű feladatok többségének végrehajtása során lényegesen alacsonyabb szintű autonómia is elegendő a látványos eredmény eléréséhez. Ilyen esetlekben a raj tagjai egyszerű felépítésűek, fénykibocsátó diódákkal (LED – Light Emitting Diode) felszereltek, amelyek színe és intenzitása is változtatható. Ilyen SUAV-kból felépülő csoportok tetszőleges, dinamikusan változtatható alakzatokba szervezhetők, segítségükkel különböző formációkban 3D-s jelenetek hozhatók létre a levegőben, amelyek felbontása az alkalmazott egyedek számának függvénye. Ezeket nevezi a köznyelv „drónshow”-nak.

Az UAV-rajok ilyen célú hasznosítása alternatív megoldást kínál a drága, veszélyes és környezetszennyező pirotechnikai megoldások, tűzijátékok kiváltására, valamint nagyobb szabadságot biztosít a műsorokat tervező, rendező és megvalósító kreatív szakemberek számára. A közeljövőben ugyanakkor a reklámpiacon is megjelenhetnek hasonló megoldások, amelynek nyomán az égbolt válhat a legnagyobb reklámfelületté. A tanulmány megírásának időpontjában a kínai EHang cégé volt a Guinness-rekord a *„legtöbb pilóta nélküli légijármű egyidejű levegőben tartózkodása”* megnevezésű kategóriában, amelyet 2018. 04. 29-én Xi’an városa felett 1374 drón felhasználásával állítottak fel *(9. ábra)* [30].

Mezőgazdaság

A 21. század egyik legnagyobb problémája a Föld túlnépesedése és az éghajlatváltozás okozta élelmiszerhiány, amire a mezőgazdasági technológiák fejlesztése jelenthet hatékony megoldást. Ezen a területen is komoly szerephez juthatnak a mini UAV-rajok alkalmazásán alapuló megoldások. A művelés alatt álló földterületeket a rajok egyedei

* Őrnagy, egyetemi docens, NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Elektronikai Hadviselés Tanszék. ORCID: 0000-0003-2397-189X
** Hadnagy, MH Légi Vezetési és Irányítás Központ. ORCID: 0000-0002-9478-3418

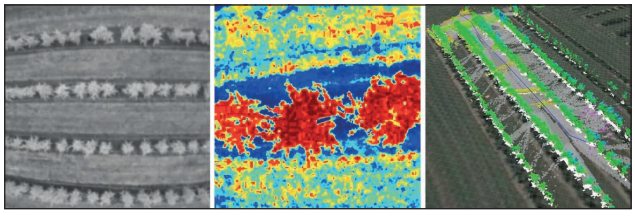
DOI: 10.23713/HT.54.1.02



9. ábra. Az EHang cég sikeres világrekord kísérlete 1374 UAV reptetésével[15]

problémamentesen képesek újra és újra szisztematikusan berepülni, miközben szenzoraikkal, a geolokációs adatok pontos rögzítése mellett információt gyűjtenek a növények, illetve a termés pillanatnyi állapotáról (*10. ábra*). Az információ feldolgozása, kiértékelése és valamilyen geoinformációs (GIS – Geographical Information System) rendszerbe történő illesztése segítségével különböző eloszlási térképek készíthetők, amelyek alapján nyomon követhetők a bekövetkező változások, hely szerinti megoszlásban tervezhetők különböző, a termeléssel összefüggő műveletek (pl. növényvédelem, öntözés), megbecsülhető a termés várható mennyisége, minősége, a betakarítás optimális időszaka. Ezek alapján tervezhető a szükséges szállítási és tárolási kapacitás, optimalizálható a termelés, értékesítés és feldolgozás teljes folyamata. Már léteznek olyan koncepciók, amelyek szerint a drónok a mezőgazdasági területek mellett elhelyezett konténerekből felszállva teljesen autonóm módon képesek időszakosan kivitelezni a felszállási, repülési, információgyűjtési, leszállási, töltési és feldolgozási műveleteket, majd a kiértékelés eredményét továbbítani a központi szerverre, ahonnan a gazdálkodó bármikor és bárhonnan hozzáférhet azokhoz. Megfelelő érzékelők alkalmazásával lehetőség nyílik különböző növénybetegségek korai előrejelzésére is, megállapítva azok kiindulási és gócpontjait, így lehetőséget biztosítva a leghatékonyabb védekezési módok kiválasztására és kivitelezésére, a károk minimalizálására [31].

10. ábra. UAV-raj alkalmazásával végzett felmérések eredményei[16]



Bűnüldözés, rendvédelem

Bár a rendőrség már évtizedek óta használ helikoptereket, és az elmúlt években egyre nagyobb arányban UAV-ket is, a pilóta nélküli légijárműrajok alkalmazása új lehetőségeket kínál a bűnüldözés és rendvédelem területén. A rajok alkalmazása ezeken a területeken is gyorsabb reagálást, az egyedszámmal arányosan növekedő területek megfigyelését, átvizsgálását teszi lehetővé, alacsonyabb fajlagos költségek mellett. Bonyolult városi környezetben is biztonságosan és hatékonyan alkalmazhatók magas autonómiaszintjüknek, jó manőverező képességüknek köszönhetően, valamint az egyedek kis méretéből adódóan könnyedén képesek épületek között, vagy akár épületeken belül is (pl. stadionok, csarnokok) komplex feladatokat végrehajtani. Alkalmasak tömegrendezvények (pl. rockkoncertek, sportesemények, tüntetések) alkalmával pontos helyzetismeret biztosítására a rendőri erők számára, ilyen módon támogatva az esetleges beavatkozások, kiürítési feladatok ter-

11. ábra. Rendőrségi UAV-ről infrakamerával készített felvétel[17]



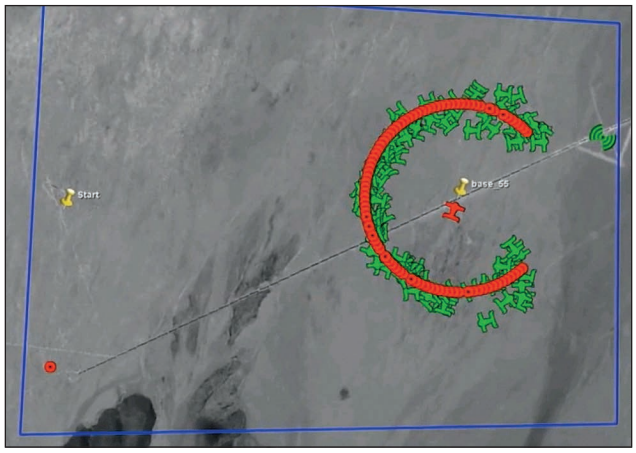
vezését, irányítását, de adott esetben segíthetnek a résztvevők tájékoztatásában, vagy ártó szándékú személyek lokalizálásában, a kiemelést megelőzően pedig figyelmének elterelésében, esetleg a helyszínt elhagyók követésében. A drónok, speciális szenzoraik segítségével rossz látási viszonyok között is nappal és éjszaka egyaránt képesek valós idejű képet szolgáltatni, ezzel is támogatva a rendőrség munkáját többek között például határőrizeti feladataik ellátása során, mint ahogyan az a *11. ábrán* is látható. Ugyanakkor különböző arc-, illetve tevékenységelemző, -felismerő algoritmusok segítségével eltűnt, vagy körözött személyek felkutatása is lehetővé válik akár városi környezetben, tömegrendezvényeken, akár klasszikus kutató-mentő (SR – Search and Rescue) feladatok során [32].

Mini, pilóta nélküli légijármű rajok katonai célú alkalmazásának lehetőségei

Az általános alkalmazások során említett megoldások csaknem mindegyike hatékonyan felhasználható különböző katonai tevékenységek esetén is. Mini drónrajok alkalmazásával a harctér 3D-s modelljén folyamatosan nyomon követhető a saját és ellenséges csapatok, járművek és katonák tevékenysége, automatizált számítások végezhetők a tűztámogatáshoz szükséges paraméterek meghatározására, de lehetséges segítségükkel olyan elosztott paraméterű, redundáns, öngyógyító harctéri adatkommunikációs hálózat kialakítása is, amelyen keresztül a katonák és járművek szenzorrendszerei által szolgáltatott információk alapján, nyomon követhető aktuális egészségi, illetve műszaki állapotuk, valamint készleteik feltöltöttsége, ami meghatározza pillanatnyi harcértéküket. Ugyanakkor rajba szervezett drónok a harctámogató tevékenységek mellett felhasználhatók akár védelmi és támadó feladatok során is.

A pilóta nélküli légi eszközök több évtizedes története során jól megfigyelhető, hogy az egyes háborús konfliktusok, illetve a technológiai fejlődés milyen hatással voltak az eszközrendszer és alkalmazások fejlődésének irányára és ütemére. Mára a hadipari kutatások egyik súlypontja szintén az SUAV-k rajban történő alkalmazása eszközrendszerének fejlesztése körül látszik kialakulni, az abban rejlő lehetőség felismerésének köszönhetően. 2016. október 25-én, az amerikai légierő Mojave-sivatagban található China-Lake kísérleti támaszpontján került sor az egyik legismertebb kísérletre, ahol sikeresen hajtottak végre tesztet egy több mint 100 tagú UAV-rajjal. A gyakorlat során 3 db F/A–18 Super Hornet vadászgép szárnyai alá felerősített gondolákból összesen 103 db Perdix mini UAV-t szórtak ki, amelyek a levegőbe jutást követően önállóan rajba szerveződtek, kialakították egymás között a kommunikációs csatornákat és végrehajtottak 4 egyszerű küldetést. Ebből három feladat egy megadott célpont feletti körözés, míg a negyedik egy 100 m átmérőjű kör formájú alakzat kialakítása volt, mint az a *12. ábrán* is látható. A gyakorlat jelentősége abban állt, hogy a bevetési környezet komplexitása miatt, a korábbiaktól eltérő módon a rajban nem programmal előre szinkronizált egyedek vettek részt, hanem kollektív szervezetet alkotva „közös tudattal" és döntéshozatali mechanizmussal rendelkeztek, amivel adaptív módon, közvetlen emberi beavatkozás nélkül tudták végrehajtani a különböző repülési feladatokat. A kollektív tudat szükségességét a vezető egyed hiánya indokolta. A raj minden tagja egyenrangú félként vett részt a feladatok végrehajtásban, így az egyes egyedek elvesztése sem tudta megakadályozni az eredeti terv kivitelezését [33][34]. A továbbiakban a mini, pilóta nélküli légijármű rajok katonai felhasználásának lehetőségeit három alkalmazási terület köré csoportosítva ismertetjük.

12. ábra. Perdix raj a negyedik küldetés végrehajtása közben[18]



Mini, pilóta nélküli légijármű raj támadásban történő alkalmazása

A mini UAV-rajokat támadásban elsősorban precíziós csapásmérés során lehet hatékonyan akár közvetve, akár közvetlenül felhasználni. Közvetett alkalmazás során az egyes egyedeket, vagy azok csoportjait távolabbról, közvetlenen közelről, esetleg a céltárgyra történő landolással, lézeres (optikai) vagy rádiófrekvenciás célmegjelölésre, rávezetésre lehet felhasználni a támadófegyverek pontos célba-juttatásának támogatása érdekében. Közvetlen alkalmazás esetén maguk az egyedek hajtják végre a támadást, robbanótöltetek hordozásával és elműködtetésével. A hagyományos kazettás bombák működési elvén alapuló fegyver hatékonysága a sokszorosára növelhető, ha a testből kivetett általános robbanótöltetek helyett kisebb méretű robbanószerrel megrakodott drónokat szórnak ki. A hagyományos kazettás bomba töltetei véletlenszerűen csapódnak be a támadott területen, míg az SUAV-raj egyedei repülés közben beazonosítják és elosztják egymás között a célpontokat, majd rávezetik magukat azok leginkább sebezhető pontjára. A célpont fontosságától, típusától és védelmi képességétől függően az egyes egyedek adaptív módon koncentrálhatják is pusztító erejüket a becsapódások térben és időben történő szinkronizálásával. „Humánus" hadviselés esetén az élőerő ellen bevetett kis méretű koncentrált töltetű drónok úgy is programozhatók, hogy nem halálos fegyverként csak megsebesítsék, vagy más módon harcképtelenné tegyék (pl. elektromos vagy akusztikus sokk) az ellenséges katonákat. Tehát az ilyen támadó rajok minden tagja tartalmaz egy meghatározott mennyiségű robbanószert, amivel eltalálva célpontját megsemmisíti vagy harcképtelenné teszi azt, emiatt ezeket az eszközöket *„intelligens lőszereknek"* is nevezik. Rendszerint ezek nagyfelbontású kamerával felszereltek, ami az infravörös tartományban is érzékel, ezzel – még a csapás kiváltása előtt – biztosítva a célpont lehető legpontosabb azonosításának lehetőségét. Az ilyen drónrajokat a jövőben várhatóan egyre nagyobb arányban alkalmazzák háborús konfliktusokban, mivel magas precizitású támadások végrehajtására alkalmasak, amivel a járulékos károk mértéke, civil áldozatok száma minimalizálható [35]. Ugyanakkor előállításuk költsége is csökkeni fog, így alkalmazásuk gazdaságosabb is lehet, mint a nagy pusztító erejű fegyverek töme-

ges alkalmazása. Mivel összeségében lényegesen kevesebb robbanóanyag felhasználása elegendő a hagyományos fegyverekkel azonos hatás eléréséhez, drasztikusan csökken a járulékos pusztítás mértéke, így a konfliktust követő helyreállítási munkálatok költségeinek jelentős mérséklődésére is lehet számítani. Szintén a kisebb pusztításnak köszönhetően a polgári lakosság bizalmának későbbi megnyerésére is várhatóan csekélyebb erőfeszítést kell majd fordítani a civil-katonai együttműködési (CIMIC – Civil-Military Co-operation) tevékenységek során. Ugyanakkor drónrajokat támadó és védelmi tevékenységek során egyaránt igénybe lehet venni a pszichológiai, lélektani műveletek (PSYOPS – Psychological Operations) speciális eszközeként, az ellenség megtévesztése, félrevezetése vagy akár megfélemlítése céljából (tömeges alkalmazás, fokozott fény és hanghatások, pirotechnikai megoldások).

Mini, pilóta nélküli légijármű raj védelemben történő alkalmazása

Az SUAV-rajok felhasználása védelemben számos területen, illetve feladat végrehajtása során indokolt lehet. Egyrészt a fenti módszerek alkalmazhatók közvetlenül a támadók ellen, de az ilyen rendszerek felhasználhatók elektronikai megtévesztésre és csalicélként is. Az alkalmazás másik nagy területe az objektum- és táborvédelem komplex feladatrendeszre lehet.

Csalicélként történő alkalmazás esetén hasonló hatás érhető el, mint akár egy szögvisszaverő alkalmazása esetén azáltal, hogy egy besugárzott radarjel vételét követően azt úgy sugározza vissza, hogy nagyobb kiterjedésű, vagy több célpontként jelenjen meg az indikátoron, ezáltal megtévesztve az ellenséget. Ezzel lehetőség van akár értékesebb célok elrejtésére, az ellenség tűzereje egy részének ideiglenes lekötésére, vagy különböző légi műveletek imitálásával annak elterelésére. Ugyanakkor vadászgépek, bombázók, vagy szállítógépek önvédelmi képessége is növelhető azáltal, hogy az ellenséges légvédelem tűzerejét elterelik magukról csalicélként használt drónrajok kibocsátásával, miközben a légvédelmi fegyverek felfedve magukat, támadhatóvá válnak.

Mini UAV-rajok alkalmasak lehetnek pilóta nélküli légijármű-támadások elhárítására is, oly módon, hogy az egyedek „kamikaze” eljárást alkalmazva belecsapódnak a védendő légtérbe behatoló gépbe. Ezzel a megoldással kiegészítve a laktanyák, táborok, vezetési pontok, légvédelmi állások, rakétaindító állványok, repülőterek, kikötők, raktárak és más objektumok védelmi rendszerét, jelentősen fokozható azok biztonsága. Ugyanakkor statisztikai számításokkal az is igazolható, hogy egy SUAV-rajjal végrehajtott támadás ellen a leghatékonyabb védelmet egy másik mini drónraj védelmi célú alkalmazása jelentheti. Ez a megállapítás komoly verseny képét vetítheti előre a drónrajok területén, amelyben azok kerekednek majd felül, akik a leghatékonyabb algoritmusokkal tudják biztosítani rajuk számára a legmagasabb szintű intelligenciát, illetve hatékonyan használják azokat komplex rendszerben más drónelhárítási módszerekkel (pl. elektromágnes, fizikai védelem, pusztítás) együtt [36][37].

Mini, pilóta nélküli légijármű raj támogató tevékenységek során történő alkalmazása

A mini UAV-rajok kiemelkedő szerephez juthatnak a jövő harctámogató tevékenységeinek sorában is. Kis méretük, mozgékonyságuk miatt hatékonyan használhatók harci kutató és mentő (CSAR – Combat Search and Rescue) műveletek során, legyen szó akár egy harcoló alegység néhány elszigetelt tagjáról, egy, az ellenséges vonalak mögött megsérült felderítőről, vagy egy lelőtt vadászgép pilótájáról. Az egyedszám emelésével arányosan növekszik az időegység alatt átvizsgálható terület nagysága, így a keresett személyek felfedezésének valószínűsége is. A keresett személy helyének azonosítását követően a raj lehetőséget biztosíthat kétirányú kommunikációs kapcsolat kialakítására, illetve a túlélési valószínűség növeléséhez szükséges felszerelések, eszközök eljuttatására. Kis méretüknek köszönhetően nehéz a raj egyedeit felderíteni, illetve pusztítani, így aránylag biztonságosan repülhetnek be veszélyes területekre is [36][37].

A következő támogatási tevékenység, amit képesek vagyunk hatékonyan elvégezni SUAV-rajok segítségével, a felderítés. Az ISR jelenleg is az a terület, amelyben a legnagyobb arányban jellemző a pilóta nélküli eszközök alkalmazása. Hasznos teherként a raj egyes tagjaira különböző kamerák, szenzorok is elhelyezhetők, így a multispektrális felderítési, illetve megfigyelési képesség ilyen módon is kialakítható, akár az egyes spektrumtartományokért felelős dróncsoportok létrehozásával. Ennek megfelelően a rajon belül opcionálisan lehetnek rádióelektronikai felderítést (SIGINT – Signal Intelligence), képi felderítést (IMINT – Image Intelligence), vagy műszeres felderítést (MASINT – Measurement Intelligence), illetve harci kárbecslést (BDA – Battle Damage Assessment) végző csoportok. Esetenként célszerű lehet a raj egyes tagjait célrávezető, vagy közvetlen támadó képességgel is ellátni arra az esetre, ha a felderítés során azonnali beavatkozás válik szükségessé akár raj-önvédelmi okból, akár a magasabb prioritású cél megsemmisítése érdekében. Nagyobb pusztító erejű csapás esetén a raj csak célmegjelölést végez, míg a csapást harcászati, vagy hadászati szintű támadó UAV hajtja végre. A mini UAV-rajok jól használhatóak kis alegység szinten is, mivel egyszerű szerkezetűek, könnyen hordozhatók, így a katonák alapfelszerelésnek részét képezhetik. Alkalmazásuknak köszönhetően a harcoló alegységek folyamatosan frissülő független helyzetismerettel (SA – Situational Awarness) rendelkezhetnek [36][37].

Összegzés

A különböző eszközök és rendszerek katonai alkalmazásainak elmúlt évtizedes tendenciáit elemezve megállapíthatjuk, hogy egyes területekre, így a pilóta nélküli légijárművekre is, a hadipari fejlesztések mellett polgári célú kutatások eredményei egyre nagyobb hatást gyakorolnak. Különösen igaz ez a SUAV-rajokra, ahol a hadipari fejlesztések csaknem közvetlenül a kereskedelmi célú fejlesztésekkel versenyeznek, amelynek következtében a közeljövőben jelentős előrelépés várható a katonai alkalmazások területén is.

Ugyanakkor mindenképpen meg kell jegyezni, hogy jelenleg a rajintelligenciát biztosító algoritmusok fejletlensége miatt, ezek a megoldások csak korlátozottan vehetők igénybe gyakorlati feladatok végrehajtása során. Azonban a mesterséges intelligencia térnyerésével, és az öntanuló algoritmusok gyors fejlődésével, illetve a tömeges gyártás költségeinek gyors csökkenésével hamarosan olyan, a cikkben is ismertetett többszintű, komplex megoldások állnak majd a hadviselő felek rendelkezésére, amelyeknek köszönhetően teljesen új alapokra kell helyezni a harcászati elveket és a teljes eljárásrendet, de valószínűsíthetően a magasabb vezetési szinteken is komoly változásokra lehet majd számítani. A rajokat a drónok csökkenő mérete mel-

lett az egyre nagyobb egyedszám, magasabb szintű kollektív intelligencia, és túlélőképesség, kifinomult kommunikációs eljárások, valamint a műveleti területre történő kijuttatás egyre változatosabb formái (pl. tüzérségi eszközből kilőtt lövedékben, kazettás bombában, vadászgépről, vagy hadászati drónról kiszórva, vagy ledobott konténerből kirajzva), illetve a szárazföldi és vízi botokkal történő komplex alkalmazások fogják jellemezni. A 21. század második feléhez közeledve ez a technológia egyre meghatározóbb szerepet kap a hadviselés minden formájában és színterén, a robothadseregek korszakáig vezető út során.

Irodalomjegyzék

[30] Ehang.com. „EHang Egret's 1374 drones dancing over the City Wall of Xi'an, achieving a Guiness World Records title." Letöltés ideje: 2018.05.04. http://www.ehang.com/news/365.html;
[31] „The first practical drone for farmers." Letöltés ideje: 2018.05.10. http://www.american-robotics.com/;
[32] Alderton, Matt. „To the Rescue! Why Drones in Police Work Are the Future of Crime Fighting." Letöltés ideje: 2018.05.13. https://www.autodesk.com/redshift/drones-in-police-work-future-crime-fighting/;
[33] Mizokami, Kyle. „The Pentagon's Autonomous Swarming Drones Are the Most Unsettling Thing You'll See Today." Letöltés ideje: 2018.05.16. https://www.popularmechanics.com/military/aviation/a24675/pentagon-autonomous-swarming-drones/;
[34] „Perdix fact sheet." Letöltés ideje: 2018.05.16. https://www.defense.gov/Portals/1/Documents/pubs/Perdix%20Fact%20Sheet.pdf;
[35] Powers, Benjamin. „How Intelligent Drones Are Shaping the Future of Warfare." , Letöltés ideje: 2018.05.22. https://www.rollingstone.com/culture/features/how-intelligent-drones-are-shaping-the-future-of-warfare-w471703;
[36] United States Air Force. „RPA Vector, Vision and Enabling Concepts 2013-2038." Letöltés ideje: 2018.05.27. http://www.af.mil/Portals/1/documents/news/USAFRPAVectorVisionandEnablingConcepts2013-2038.pdf;
[37] U.S. Air Force. „Small Unmanned Aircraft Systems (SUAS) Flight Plan: 2016-2036." Letöltés ideje: 2018.05.27. http://www.af.mil/Portals/1/documents/isr/Small_UAS_Flight_Plan_2016_to_2036.pdf.

(Illusztrációk Pápics Patrik gyűjteményéből.)

Jegyzetek

15 Szerzői szerkesztés https://www.youtube.com/watch?v=4mHDDG3FCjs alapján, szerkesztés ideje: 2018.05.04.
16 Szerzői szerkesztés https://www.youtube.com/watch?v=mUeyfLIGtLQ alapján, szerkesztés ideje: 2018.05.10.
17 Szerzői szerkesztés https://www.youtube.com/watch?v=7qxRTRXsHW0 alapján, szerkesztés ideje: 2018.05.13.
18 Szerzői szerkesztés https://www.youtube.com/watch?v=bsKbGc9TUHc alapján, szerkesztés ideje: 2018.05.16.

Udovecz György

1920–1945 magyar gyalogos katonáinak öltözete, felszerelése és fegyverzete

A magyar katona – Segédanyag katonai hagyományőrzők részére



A trianoni diktátum értelmében 1920. június 4. után megszüntették az általános hadkötelezettséget, és Magyarország számára csak az önkéntes belépés és kiegészítés alapján álló, 35 ezer főt – ebből 1750 tiszt – meg nem haladó létszámú hadsereget engedélyezetek. A Magyar Királyi Honvédségnek nem lehetett légi és folyami hadereje, nem tarthatott rendszerben nehéztüzérséget, páncélozott harcjárműveket, légierőt, illetve vegyi és támadó jellegű műszaki egységet. A Nemzetgyűlés 1921 novemberében elfogadta a rejtett katonai kiképzést célzó törvénycikket, és ettől az időtől több rejtett katonai szervezetet is létrehoztak. A nyílt és rejtett alakulatok együttes létszáma 1930-ban már több mint 57 ezer fő volt, és 1932-től (még mindig titokban) megkezdték az általános védkötelezettségen alapuló fegyveres erő kiépítését. Az 1938. augusztus 29-i bledi egyezmény megkötését követően – amelyben Magyarország lemondott az elcsatolt területek visszafoglalásáról – újra fejlesztésbe kezdhetett a hadiipar. Az első és második világháborúban a gyalogságnak sorsdöntő szerepe volt a csaták kimenetelében. Ez idő alatt, a magyar katonák mindig olyan öltözetet viseltek, amely kifejezte a Magyar Királyi Honvédséghez való tartozásukat. Ezen hordták felszerelésüket és fegyverzetüket, kitüntetéseiket és jelvényeiket. A gyalogság egyenruházata, felszerelése, fegyverzete egy kis része a hadtörténelemnek, mégis rengeteg kép, fotó és rajz ad átfogó képet erről a korszakról. A könyvet történészeknek, muzeológusoknak, levéltárosoknak, könyvtárosoknak, régészeknek, továbbá iskolásoknak ajánljuk, hogy megismerhessék, és jobban megérthessék a múltnak ezen szeletét. Ajánljuk továbbá a katonai hagyományőrzők számára, és nem utolsósorban jelen korunk katonáinak. (W. T.)

A Zrínyi Kiadó által 2019-ben megjelentetett keménytáblás, számos fotóval illusztrált könyv terjedelme 159 oldal. 4800 Ft-os áron kaptaható a könyvesboltokban, illetve közvetlenül a Zrínyi Kiadótól is, 20%-os helyszíni kedvezménnyel. Cím: 1087 Budapest, Kerepesi út 29/b, (tel.: 06 1-459-5373, e-mail: gyoredina@armedia.hu).

*Vozsech István**

A „Longest Kill 2017” matematikai elemzése II. rész

A tanulmány egy 3540 m-es távlövés találati valószínűségét matematikai alapokon nyugvó elemzéssel mutatja be.

Az intenzív állapotjelzők, a lőtávolság és a fegyver pozícionálási és irányzási hibáinak hatása

Az intenzív állapotjelzők valós értékét az alap szórásjellemzők felvételénél pontosan megmértük és ismertük, de fontos kiemelni, hogy a mérési eljárás itt egyszerű kezdetiérték feladat, mivel a cél pontos eltalálása – azaz a találati középpont és a tényleges célkoordináták egyezése – nem követelmény. Amennyiben a lőfeladat valós, akkor a találati középpontnak és a tényleges célkoordinátáknak meg kell egyezniük, azaz végérték feladattal állunk szemben. Ebben az esetben az intenzív állapotjelzők és a lőtávolság valós értékének minél jobb ismerete szükséges, ellenkező esetben a találati valószínűségünk egyre kevesebb lesz, mivel a találati középpontunk szükségszerűen el fog térni az eltalálni kívánt ponttól. Ezeket a mennyiségeket részben mérnünk, becsülnünk, részben értékét feltételeznünk szükséges. Ezen túlmenően kitüntetett fontossággal bír a fegyver minél jobb szögpozícionálása, tehát, hogy a magassági irányzás síkja és a nehézségi erőtérvektor párhuzamos legyen. Vegyük most sorra a legalapvetőbb mennyiségeket, amelyek hatékonyságunkra nézve felettébb komoly hatással bírnak. (Feladatunk során a célhelyszöget az egyszerűség kedvéért zérussal tesszük egyenlővé.)

- lőtávolság;
- léghőmérséklet;
- légnyomás;
- töltethőmérséklet;
- fegyver szögpozícionálási, ferdítési hibája;
- magassági irányzási hiba;
- oldalirányzási hiba.

Lőtávolság:

Megmérjük vagy megbecsüljük, de a mért vagy becsült érték mindig valamilyen mértékben eltér a valós értéktől. Valós értéke fölé való mérés esetén a találati középpontunk pozitív Δy-nal változik, tehát a szórási ellipszisünk felfelé tolódik, kisebb mért távolság esetén lefelé.

Léghőmérséklet:

Szintén mért, esetleg becsült érték, valamekkora mérési hibával. Valós értéke fölé való mérés esetén a találati középpontunk negatív Δy-nal változik, tehát a szórási ellipszisünk lefelé tolódik, kisebb mért érték esetén felfelé.

Légnyomás:

Értékét csak mérni lehet. Valós értéke fölé való mérés esetén a találati középpontunk pozitív Δy-nal változik, tehát a szórási ellipszisünk felfelé tolódik, kisebb mért érték esetén lefelé.

Töltethőmérséklet:

Értékét csak feltételezni lehet! Alapvető fontosságú, hogy a lőszerek hőmérsékletét próbáljuk meg a léghőmérséklettel azonos értéken tartani, de legalábbis stabilitásáról gondoskodni, azaz nem direkt hőforrásnak kitenni. A $v_0(T_{töltet})$ függvény alakja közelítően egy növekedő egyenes, kb. 0,74 m/s/K gradienssel. (Ezt a gradienst egy kétbázisú katonai gyalogsági lőpornál mértük ki, természetesen ez csak irányadó érték más lőporokra vonatkoztatva. A v_0 a lövedék kezdősebessége.) A jelenség abból a törvényszerűségből adódik, hogy a kémiai reakciók – a lőporszemcsék égése –, a hőmérséklet növekedésével intenzívebb lesz. Növekedésével a találati középpontunk pozitív Δy-nal változik, tehát a szórási ellipszisünk felfelé tolódik, csökkenésével lefelé.

Fegyver oldalirányú szögpozícionálása – ferdítési hiba:

Ferdítési hiba alatt azt a szöget értjük, amelyet a fegyver magassági irányzását meghatározó sík, és a nehézségi erőtérvektor zár be. Zérustól eltérő α esetén a tényleges lőszögünk csökken, azaz találati középpontunk negatív Δy-nal, valamint az elfordulás irányába értelmezett Δz-vel mozdul, a szórási ellipszisünk lefelé és oldalra tolódik. 1° körüli szögeltérések esetén a találati középpont Δy eltérése elhanyagolhatóan kicsi, ezért számításainknál nem vesszük figyelembe.

Magassági irányzási hiba:

Adódik a befogókészülékünk magassági irányú pozícionálási hibájából, mesterlövész esetében a céltávcső állásos szabályozhatóságából. Pozitív érték esetén a valós lőszögérték növekszik, azaz a találati középpontunk pozitív Δy-nal változik, tehát a szórási ellipszisünk felfelé tolódik. Ellenkező esetben mindez lefelé változik.

Oldalirányzási hiba:

Adódik a befogókészülékünk oldalirányú pozícionálási hibájából, mesterlövész esetében a céltávcső állásos szabályozhatóságából. A találati középpontunk a hiba irányába vándorol, $\Delta z = \tan\alpha \cdot$ *lőtávolság* mértékben.

Számításaink során megállapítjuk a fent felsorolt hét mennyiség bizonytalanságából bekövetkező találati valószínűség változást, kiterjesztve ezzel alap találati valószínűségünket. Tesszük mindezt azzal a megkötéssel, hogy a valószínűségi változók ingadozásának intervallumát, a járatos terepi műszerek mérési hibatartományával vesszük azonosnak. (Pl. egy ± 2 hPa pontossággal jellemzett barometrikus nyomásmérő műszer esetében a valós légnyomásérték ingadozásának intervalluma: $[p_{mért} - 2\ \text{hPa} \ldots p_{mért} + 2\ \text{hPa}]$). Számításainkban az azonos irányba ható változók egyidejű hatásával dolgozunk, *meghatározva együttes eloszlásuk pontos jellegét és egyenletét*, ezért összegzett szórásaikkal a továbbiakban nem foglalkozunk, mivel a kétdimenziós összeg valószínűségsűrűség-függvényből

$$\left(f_{zy}(z, y) = \frac{1}{s_z s_y 2\pi} e^{-\left(\frac{(z-\bar{z})^2}{2s_z^2} + \frac{(y-\bar{y})^2}{2s_y^2}\right)}\right)$$

a találati valószínűséget közvetlenül tudjuk számolni.

* ORCID: 0000-0001-9818-7755

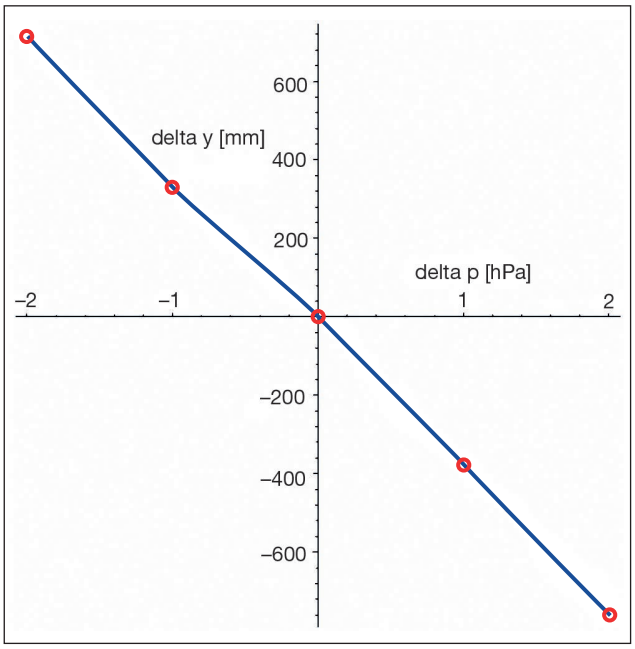
Valószínűségi eloszlások

A feljebb felsorolt bizonytalanságokkal bíró változók közül a lőtávolságról, a léghőmérsékletről, a légnyomásról, valamint a töltethőmérsékletről egyértelműen és biztosan állíthatjuk, hogy léteznek és stabil a valós értékük, viszont ezek a mért értékek csak valamilyen bizonytalansággal állapíthatóak meg műszereink korlátozott mérőképessége miatt. A ferdítési hiba, az oldalirányzási hiba és a magassági irányzási hiba stabilitásáról azonban már nem lehetünk teljes mértékben meggyőződve, jobb híján feltételezzük azt. A valós és a mért értékek eltérései tehát műszereink véges mérőképességéből és felbontásából adódnak, többnyire hibatartománnyal jellemzett értékeiket az adott mérőműszer specifikációjában találhatjuk meg. Lényegében a mérendő mennyiség valós értéke, az adott műszer hibatartományán belül bárhol lehet, de a következő kettő megállapítást okkal tehetjük:

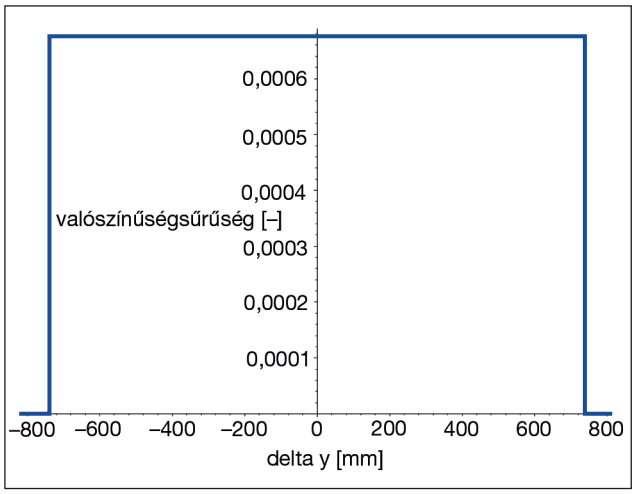
1. A mérendő mennyiség valós értékének és mért értéknek a különbsége várhatóan zérus, azaz a hiba várható értéke nulla.
2. A mérendő mennyiség valós értéke a hibatartományon belül egyforma valószínűséggel illeszkedik bármely pontra, tehát a tartományon belül egyenletes eloszlású, hacsak az adott mérőkészülék specifikációjában erre nézve nincs külön információ.

A fentiekből következik, hogy egy valószínűségi változó eloszlását saját dimenziójában kell értelmeznünk, praktikusan nyomásmérés esetén nyomás, hőmérsékletmérés esetén hőmérséklet dimenzióban. A hét bizonytalansággal bíró változó azonban egyidőben befolyásolja lövésünket, tehát valamilyen módon ezeknek az együttes hatását meg kell határozzuk.

Könnyen belátható például, hogy a nyomás és a hőmérséklet dimenzió eleve nem összeegyeztethető, de azt sem nehéz felismerni, hogy a léghőmérséklet és a töltethőmérséklet bizonytalanságát sem lehet egyszerűen összegezni – habár a dimenziók azonosak –, mert a találati középpontra gyakorolt hatásaik – a mögöttük lévő teljesen más fizikai hatások miatt – eltérőek. (A töltethőmérséklet bizonytalansága a lövedék kezdősebességére hat, a léghőmérsékleté pedig a légsűrűségre, amely viszont a röppálya menti fékezőerőre, így befolyásolva a találati középpont helyzetét.) Megfogalmazhatjuk úgy is, hogy a TKP helyzetére az egyes változók bizonytalanságai más-más erősítési tényezőkkel hatnak, ezért az egyidőben, és a TKP vándorlását tekintve egyirányba ható változók összeg sűrűségfüggvénye, az alap sűrűségfüggvényekből közvetlenül nem állítható elő. Az összegzést akkor valósíthatjuk meg, ha a bizonytalansággal rendelkező változók alap sűrűségfüggvényeit transzformáljuk a számunkra releváns hossz dimenzióba, azaz jelen esetben minden változót z vagy y irányú hosszúság kiterjesztésbe, amely itt a találati középponttól való Δz vagy Δy irányú eltérést jelenti, ily módon meghatározva az egyes erősítési tényezőket. Mivel a bizonytalansági tartományok megfelelően kicsik, ezért a dimenziók közötti kapcsolatot linearizálhatjuk, ezzel a transzformált sűrűségfüggvények jellegüket megtartják, tehát egyenletes eloszlásuk megmarad, mert erősítési tényezőink immáron konstans multiplikátorok. Feladatunkban mindezt úgy értelmezük, hogy például a légnyomásmérés bizonytalanságának a mértékegysége [Pa], a léghőmérsékletmérésé pedig [K], így ezeknek sűrűségfüggvényeit összegezni nem tudjuk. Tudjuk azonban az intervallumok határain – és a linearitás ellenőrzése miatt pár köztes pontban – megoldani a külballisztika egyenletrendszerét, differenciákkal növelt, illetve csökkentett paraméterekre. Ezzel előállíthatjuk a paraméterek kis megváltozásának hatására bekövetkező TKP eltolódásokat. (A *2. ábra* a légnyomásmérés hibájából adódó TKP eltolódást szemlélteti, a *3. ábra* pedig az előzőekben meghatározott TKP eltolódások függvényében értelmezett valószínűségi sűrűségfüggvényt. A 2. ábrán látható, hogy a számítási pontokra jól illeszthető egy egyenes, tehát az összefüggés linearizálható.) Ezzel az összes vizsgált valószínűségi változót transzformálhatjuk a releváns hossz dimenziókba, ahol összegzésüket már elvégezhetjük. A transzformált változók összeg-sűrűségfüggvényeinek meghatározása tehát az öt y irányba, valamint a kettő z irányba ható változó egyesítését jelenti.

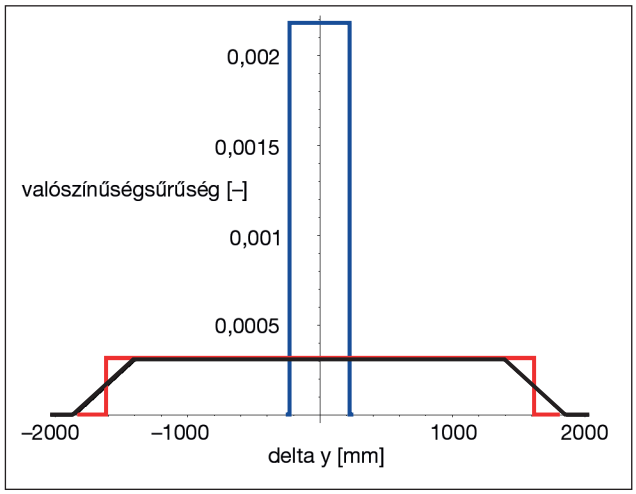


2. ábra. A valós és a mért légnyomásérték különbségének hatása a becsapódási pont *y* koordinátájára

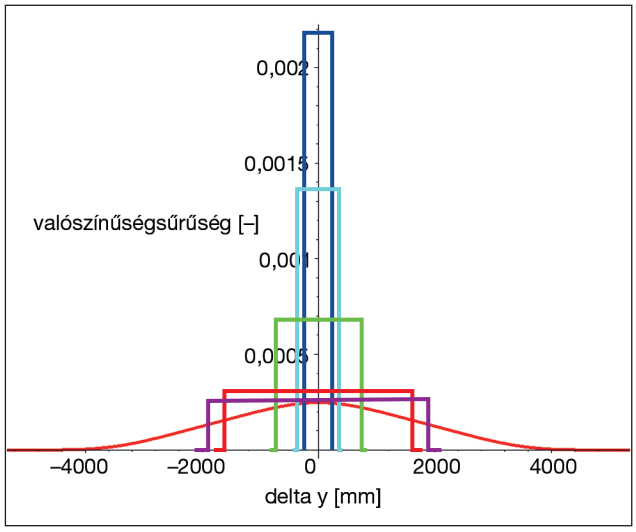


3. ábra. A becsapódási pontok valószínűségsűrűség-függvénye, a légnyomásmérés bizonytalanságának tartományában, csak a légnyomás hatását figyelembe véve

Vállalkozásunkat kétféleképpen tudjuk elvégezni. Vagy az egyes sűrűségfüggvények konvolúcióját képezzük, vagy felhasználjuk a centrális határeloszlás tételt, és az összeg eloszlást egy Gauss-eloszlással közelítjük. Bár a Gauss-eloszlással történő közelítés esetén – $n = 5$ – megfelelően jó egyezésre számíthatunk, feladatunk elvégzéséhez mégis az analitikus módszert választjuk, legfőképpen mert analitikus, $n = 2$ esetén a GAUSS-eloszlással való közelítés nem hasz-



4. ábra. A töltethőmérséklet és a léghőmérséklet valószínűségsűrűség-függvények konvolúciója Piros: töltőhőmérséklet – delta y eloszlás, kék: léghőmérséklet – delta y eloszlás, fekete: töltethő-léghő konvolúció



5. ábra. Az öt *y* irányba ható valószínűségsűrűség-függvény konvolúciója, az alapfüggvényekkel Piros: töltőhőmérséklet – delta y eloszlás, kék: léghőmérséklet – delta y eloszlás, zöld: légnyomás-delta y eloszlás, ciklámen: lőtávolság-delta y eloszlás, világoskék: lőszög-delta y eloszlás, vastag piros görbe: töltethő-léghő-légnyomás-lőtáv-lőszög konvolúció

nálható, de nem utolsó sorban, mert a kapott sűrűségfüggvények és egyenleteik rendkívüli módon impozánsak.

A sűrűségfüggvények analitikus összegzésére, „összeadására” szolgáló matematikai eljárás a konvolúció, amely metódus során az egyik függvény *t*-vel eltolt és az ordináta tengelyre tükrözött transzformációját – adatfüggvény – „végigtoljuk” a másik függvényen – súlyfüggvény –, a függvények alatti közös terület függvényét kapva megoldásként. Az eljárás formálisan a következő [4]:

$$h(t) = (g * f)(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} g(\tau) \cdot f(t-\tau) d\tau \qquad (26)$$

A *4. ábrán* a töltethőmérséklet és a léghőmérséklet sűrűségfüggvények konvolúciója, az *5. ábrán* pedig az öt *y* irányba ható sűrűségfüggvény konvolúciója látható. Az *1. táblázatban* összefoglaltuk a bizonytalansággal jellemezhető paramétereket, azoknak hibahatárait, valamint az általuk generált Δz és Δy eltéréseket (a magassági és oldalirányzási hiba számértékei 6000-es vonásban értendőek).

Számítási eljárások és eredmények

Ballisztikai számításainkat a 33-dik szélességi kör gravitációs jellemzőivel végezzük, a 43M szovjet légellenállási törvény felhasználásával, a légnyomás 1000 hPa, a lég- és a töltethőmérséklet 30 °C. (43M légellenállási törvény sebességtartományonként adja meg a távolharc alakú lövedékek dimenzió-mentesített légellenállási értékeit.) A hivatkozott cikk feltételezi, hogy a fegyverből leadott lövéseknek – körkörös szórást feltételezve – 100 m-en 14 mm-es átmérőjű körben kell lenniük. Mesterlövész fegyverek esetében a 100 m-en felvett szóráskép megfelelően nehezen kiértékelhető, ezért jelen tárgyalásunkban áttérünk a szórás 300 m-en meghatározott értékére. Nagy kaliberű merevcsövű sportfegyver esetében általában az átvételi követelmény a $d_{100\%/300m} \leq 50$ mm, azaz a találatok középpontján értelmezve az összes találatot befoglaló kör átmérője kisebb-egyenlő 50 mm-rel, legalább 10 lövéses csoport esetében. Feltételezhetjük továbbá, hogy a sportfegyverek a 40 mm körüli értéket stabilan tudják tartani. Hadifegyver vonatkozásában azonban megengedőbbnek kell maradnunk, így elfogadjuk az 60 mm-t egy idealizált minimumnak, valamint felhasználva, hogy $8s_r = d_{100\%}$, – itt ugyanis elméletileg is bekövetkezik az események 99,97%-a. Látható, hogy az átvételi követelmény 60 mm átmérőjű kör, tehát az átvételi gyakorlatban körkörös szórást feltételeznek, amely nyilvánvalóan közelítés, de egy adott fegyver

1. táblázat. A számítások során figyelembe vett bizonytalanságokat okozó paraméterek

Valószínűségi változó	A számítások során használt valós érték	Feltételezett hibahatár	A mérési hibából adódó TKP eltolódás tartománya	A hatás iránya
Lőtávolság	3540 m	±10 m	±1907 mm	*y*
Léghőmérséklet	30,0 °C	±0,2 °C	±229 mm	*y*
Töltethőmérséklet	30 °C	±3 °C	±1620 mm	*y*
Légnyomás	1000 hPa	±2 hPa	±740 mm	*y*
Magassági irányzási hiba	–	±00-00,1 [vonás]	±366 mm	*y*
Ferdítési hiba	–	±0,1°	±1062 mm	*z*
Oldalirányzási hiba	–	±00-00,1 [vonás]	±371 mm	*z*

minősítésére mindenképp alkalmas, még ha ez nem is egészen összeegyeztethető szemléletmódunkkal. A lőszer komplexitásából adódóan azonban bizonyos, hogy az *y* irányú szórás nagyobb, mint a *z* irányú, ezért megengedhető a kör *y* menti csekély beforgatása, amellyel egyszerre tarthatjuk meg egyenleteinket, és vehetjük figyelembe az *y* irányú bizonytalanságokat adó változók nagyobb számát és hatását, ugyanis körünk beforgatásával csak az ellipszisünk kistengelyét rövidítjük, így a köré rajzolható kör átmérője változatlan marad. A szórásokra tehát a következők adódnak:

$s_{r/300m} = 7{,}50$ mm, körkörös szórás esetén,

$s_{y/300m} = \frac{s_{r/300m}}{\sqrt{2}} \approx 5{,}30$ mm,

$s_{z/300m} = s_{y/300m} \cdot 0{,}6 \approx 3{,}18$ mm, ahol a 0,6 egy tapasztalatokon alapuló, de jelenleg önkényesen felvett érték.

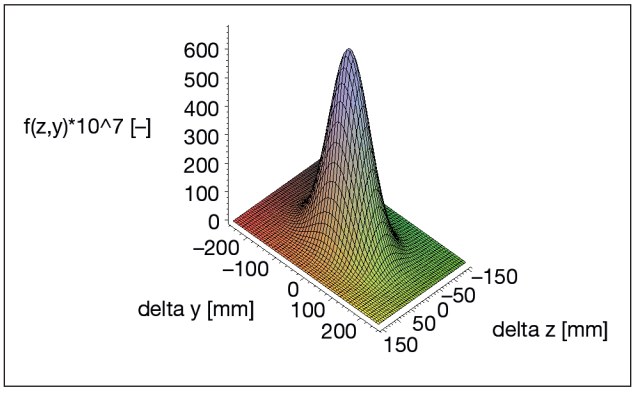
Felhasználva most már az $\left(s_i = \frac{x_i}{x_{mérés}} s_{mérés}\right)$ egyenletünket, írhatjuk, hogy

$$s_{z/3540m} = \frac{3540}{300} \cdot s_{z/300m} \approx 37{,}55 \text{ mm},$$

$$s_{y/3540m} = \frac{3540}{300} \cdot s_{y/300m} \approx 62{,}54 \text{ mm}.$$

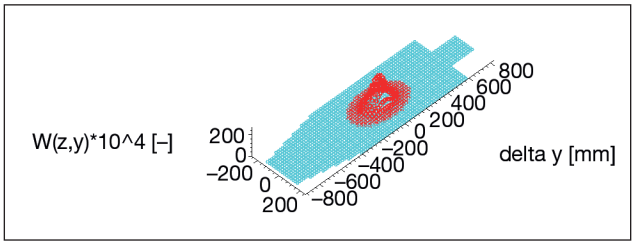
Ebből a teljes eseményteret befoglaló ellipszis nagytengelye kerekítve 500 mm, kistengelye pedig 300 mm. A *6. ábra* szemlélteti az [0, 0]-val adott találati középpontú eseményteret 3540 m-es lőtávolságon, annak kétdimenziós sűrűségével folytonos tartományban – (14) egyenlet. Nevezzük el ezt az eseményteret *alapszórás-eseménytérnek*. Látható, hogy a sűrűségek a [0, 0] körül maximálisak. Átlagos, 1,7 m magas álló célalak esetén a lefedettséget a *7. ábra* szemlélteti, találati valószínűségünk ez esetben a $\left(W = \sum_{j=1}^{p} \sum_{i=1}^{q} M_{i,j}\right)$ szerint 100%. Korábban azt feltételeztük, hogy minden intenzív és beállítási érték *valós értékét* pontosan ismertük, azaz a TKP definit és számolható volt.

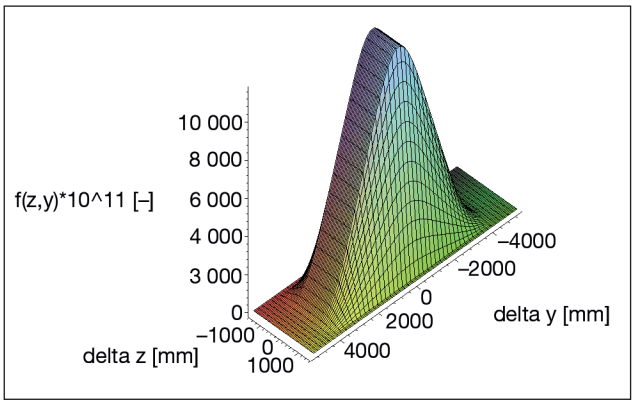
Nézzük meg azt az esetet, amikor az előzőeknek csak a *mért értékét* ismerjük, figyelembe véve műszereink, beállító mechanizmusaink véges mérőképességét!



6. ábra. A szórási ellipszis feletti valószínűségsűrűség-felület

7. ábra. A cél feletti, 100%-ban fedő – valószínűségi felület – diszkrét tartományban





8. ábra. A TKP feletti valószínűségsűrűség-felület

Az öt *y* irányba ható, valamint a kettő *z* irányba ható változó konvolúciós függvényei immár kiszámíthatóak, a kétdimenziós eloszlást a két összegfüggvény szorzatával nyerjük, hiszen a két konvolvált függvény egymástól független. Eredményünket a *8. ábrán* láthatjuk folytonos tartományban. Értelmezzük, elemezzük az eddig kapott megoldásokat.

1. Az eseménytér [*z*, *y*] pontjai a TKP lehetséges helyei, a fölöttük elhelyezkedő függvényérték pedig az adott pontra értelmezett valószínűségsűrűség értéke.
2. A *z* irányú eloszlás trapéz alakú. Döntő jelentőségű a ferdítési hiba, amelynek jelentéktelennek tűnő ±0,1°-os határai melletti egyedi hatása ±1,062 m-es eltérést eredményez, azaz az ilyen nagy távolságú lövéseknél kiemelt fontossággal jelentkezik a fegyver precíz vízszintezése.
3. Átlagos mérőképességű műszerek esetén az eseménytér *y* irányú kiterjedése hozzávetőlegesen ±5 m!

A következőkben az egyes terek jellemzésére mátrixokat használunk, amelyek egyedi $M_{i,j}$ elemei: $M_{i,j} = [z_j, y_i, l, w_{i,j}]$, ahol *l* egy logikai súly, értéke 0 vagy 1, valamint $w_{i,j}$ az adott pont környezetének valószínűsége.

Képezzünk most a folytonos kétdimenziós eloszlásból egy 2δ rácsosztású diszkrét eseményteret úgy, hogy vegyük a rácspontok $\pm\delta$ környezetét *z* és *y* irányban. Nevezzük el ezt az eseményteret *diszkrét TKP térnek.* (Tehát feltöltjük $M_{i,j}$ első és második elemét.) Egy adott *P* ponthoz így tartozik egy 2δ élhosszúságú négyzettel, és a sűrűségfelülettel határolt hasáb. Integrálva a *P*-vel és 2δ-val jellemzett hasáb térfogatát, máris megkaptuk a *P*-hez tartozó és 2δ-val jellemzett eseménytér-szelvény TKP általi fedési valószínűségét. (Feltöltjük $M_{i,j}$ harmadik és negyedik elemét, ahol a logikai súlyra $l = 0$, ha $w = 0$, egyébként 1.)

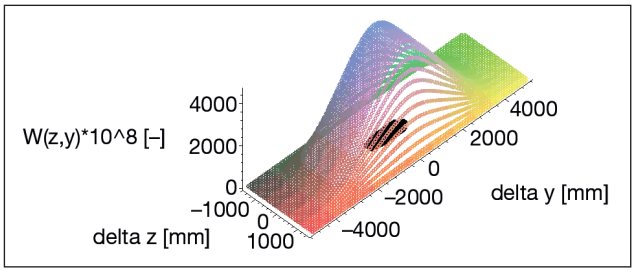
Következő lépésben képezzünk a folytonos *alapszórás-eseménytérből* diszkrét teret az előzőek analógiájára. Nevezzük el ezt az eseményteret *diszkrét szórástérnek*.

Ezt követően már kiterjeszthetjük a *diszkrét TKP teret z* irányban $\pm 4s_{z/3540}$ értékkel, *y* irányban pedig $\pm 4s_{y/3540}$ értékkel, mert most kívánjuk meghatározni a *teljes diszkrét eseményteret*. A *teljes diszkrét eseménytér* kiszámításához a következőek szerint járunk el:

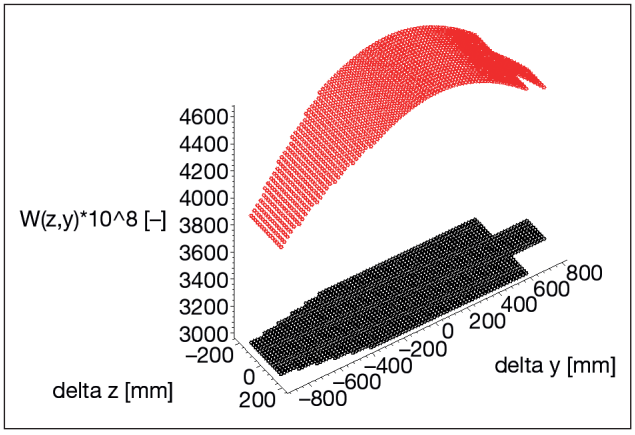
a) Feltöltjük a *teljes diszkrét eseménytér* mátrixát a rácspontok koordinátáival.

b) A *diszkrét szórásteret* eltoljuk a *diszkrét TKP tér* egy pontjának irányvektorával. Az eddig [0, 0]-val jellemzett TKP és környezete így már illeszkedik az adott pontra. Nevezzük ezt *transzformált diszkrét szórástérnek*.

c) A *transzformált diszkrét szórástér* egyes pontjainak valószínűségét megszorozzuk a *diszkrét TKP tér* adott pontjának valószínűségével.



9. ábra. A teljes eseménytérbe illesztett cél



10. ábra. A cél feletti fedő valószínűségi felület – diszkrét tartományban

d) A *transzformált diszkrét szórástér* mátrixát összeadjuk a *teljes diszkrét eseménytér* mátrixával.

e) Ciklusba szervezzük az *a), b), c)* és *d)* műveleteket, és végighaladunk a *diszkrét TKP tér* valamennyi pontján.

A *teljes diszkrét eseménytér* ismeretével már vállalkozhatunk a cél eltalálási valószínűségének a meghatározására. A cél mátrixát a *teljes diszkrét eseménytérbe* illesztve kiszámíthatjuk a találati valószínűséget a (23) szerint, az átfedő pontok 1-es, a nem átfedőek 0-ás súlyozásával, azaz a cél felett lévő, 2δ élhosszúságú négyzetekhez rendelt valószínűségeket összeadjuk *(10. ábra)*. A *9. ábrán a teljes diszkrét eseménytérbe* illesztett cél, a 10. ábrán a cél és fedése látható. A számítások elvégzése után a *találati valószínűség* 8,15%, kerekítve 8%.

Számoljuk ki több lövésből álló csoport valószínűségét! Kézenfekvő a

$$(W = 1-(1-W_1)^n) \text{ és a } \left(N = \text{trunc}\left(\frac{\ln(1-W)}{\ln(1-W_1)}\right)+1\right)$$

egyenlet használata, amelyek segítségével prognosztizálható egy adott valószínűségi szinthez tartozó lőszerfelhasználás. Csakhogy ebben az esetben ez az eljárás nem használható, mivel az ottani számítási eljárás adott szórásjellemzőkkel vett csoportra vonatkozik, amelynek a TKP-ja definit, jelen vizsgálatainknál pedig a TKP elhelyezkedése is valószínűségi változó! Továbbfűzve gondolatmenetünket, csakis és kizárólag az első lövés találati valószínűségét tudtuk és tudjuk meghatározni, mivel a második, harmadik, *n*-edik lövés elhelyezkedésének prognosztizálása csakis az előző lövések becsapódási koordinátáinak ismeretében lehetséges. Miért is van ez így? Az előzőek alapján állítottuk, hogy a TKP helyzete valószínűségi változó, de látnunk kell, hogy a TKP pozíciójának modellünk szerint is létezik valós értéke, csak ezt a mérési bizonytalanságok miatt előre megmondani nem tudjuk, tehát a TKP-nak a helyzete mindenképpen rögzített. A TKP helyzetét tehát – jobb híján – kezeljük valószínűségi változóként, ami matematikailag korrekt, ha lövéseink leadása során a TKP-t befolyásoló változók stabilitása biztosított. Nyilvánvalóan a TKP egy adott pozíciója a hét befolyásoló tényező több kombinációjánál is előállhat, ezért belátható, hogy a hét változó egyedi valós értékét még a TKP pontos ismeretében sem tudjuk meghatározni. Tegyük fel, hogy lőfeladatunkat lőtéri körülmények között gyakoroljuk, és minden lövés helyét rögzítjük. Ekkor a második lövés leadása után eljárhatunk a következőek szerint:

1. Vegyük a (4) és (5) szerinti tapasztalati értékeket *z* és *y* irányban.
2. Kiszámoljuk az átlag szórását *z* és *y* irányban a következő szerint:

$$s_{atl} = \frac{s}{\sqrt{n}} \tag{27}$$

3. Meghatározzuk az $4s_{atl\,z}$ és $4s_{atl\,y}$ értékeivel a *szűkített diszkrét TKP teret*.
4. A fentebbi *b), c), d), e)* műveletek szerint járunk el.

Iterációnk végeztével, és nem kevés munka árán eljuthatunk a TKP valós értékének megfelelő pontossággal történő megismeréséhez, és az immár a mérési bizonytalanságok hatásaitól mentesített találati valószínűségünk meghatározásához.

Összegzés

Az elemzés alapján látható, hogy a találati pontot befolyásoló valószínűségi változók száma a kielemezettekhez képest több, tehát a 8%-os találati valószínűségünk egy idealizált maximum, amelyet ráadásul egy közel ideálisnak tekintett lövőkészülékkel, és ideális környezeti feltételek mellett értünk el. Ilyen környezeti jellemzők rendkívül stabil légkör esetében fordulnak elő, borult, direkt napsütés és szélmentes, „nyomott” időjárás esetén. Elméletileg a késő éjszakai időpontok is alkalmasak lehetnek, de a 3,5 km-es lőtávolság ezt kizárja. Ha belegondolunk, hogy ezek a körülmények – magyarországi viszonyok mellett – 365 napból legfeljebb 10 napon adottak, és a 10 nap legfeljebb 100 órájában, akkor látnunk kell, hogy még lőtéren is igen nehezen tudnánk ezt a valószínűséget elérni egy közel ideális lövőkészülékkel. Törvényszerű, hogy reális körülmények mellett, és lövész igénybevételével ezt az értéket elérni nem lehet, a reális találati valószínűségről biztosan csak azt állíthatjuk, hogy $0\% < W < 8\%$. Biztosan megállapítható azonban, hogy nagy távolságú lövések sikeres leadásának alapfeltétele a paraméterek valós értékének minél pontosabb ismerete, azaz a lehető legpontosabb mérése.

Irodalomjegyzék

[1] Dr. Földi Ferenc (PhD), Dr. Piroska György (PhD). „A „Longest Kill 2017” igazságügyi fegyverszakértői értékelése” *Haditechnika* 52/5 (2018): pp. 50–54. https.//doi.org/10.23713/HT.52.5.10;

[2] Reimann József, Tóth Julianna. *Valószínűségszámítás és matematikai statisztika*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., 1996.;

[3] Rheinmetall GmbH. *Waffentechnisches Taschenbuch*, Düsseldorf, 1980

[4] Fazekas István. *Valószínűségszámítás*. Debrecen: Debreceni Egyetem Kossuth Egyetemi Kiadó, 2005.;

[5] Hihalmi Harmos Zoltán. *Tüzérlövéstan*. Budapest: M. Kir. Honvédelmi Minisztérium, 1937.

(Az illusztrációkat a szerző saját szerkesztésében közöljük.)



39. ábra. A 9K720 Iszkander–M rövid hatótávolságú ballisztikus rakétakomplexum közeledik a díszszemlére

*Zentay Péter**

„Vitézek” a Vörös téren – önjáró tüzérség V. rész

A moszkvai győzelem napi díszszemlén a tüzérségi részleget a Vörös Zászló érdemrenddel kitüntetett 147. Szimferopol gárda önjáró tüzérezredének parancsnoki BTR–82A harcjárműve folytatta, amelyet négy 152 mm-es 2Sz19M2 Mszta–Sz M2 *(2C19M2 MCTA-C M2 – Объект 316)* önjáró löveg, majd négy 152 mm-es 2Sz35 Koalicija–SzV, *(2C35 Коалиция–СВ)* önjáró löveg követett.

A 2Sz19 Mszta–Sz önjáró löveg *(40., 41. ábra)* a korábban nálunk is rendszerben lévő 152 mm-es 2Sz3 Akaciját az 1980-as évek végétől váltotta fel a szovjet fegyveres erőknél [99]. A fejlesztését az Uralvagonzavod cégcsoport Uraltransmas (Уральском заводе транспортного машиностроения) gyárában végezték. A 2Sz19 rendeltetése a harcászati nukleáris fegyverek, tüzérségi és aknavető osz-

40. ábra. 152 mm-es 2Sz19M2 Mszta–SZ M2 önjáró löveg. A jobb oldali képen a torony hátsó részén látható a lőszeradogatást segítő berendezés



* ORCID: 0000-0002-3161-8829

DOI: 10.23713/HT.54.1.04



41. ábra. 152 mm-es 2Sz19M2 Mszta–SZ M2 önjáró löveg parancsnoka és a löveg kezelőszemélyzete itt még a toronyban harcol. A képen a parancsnok előtt a 12,7 mm-es 6P49 Kord légvédelmi géppuska látható



42. ábra. 152 mm-es 2Sz35 Koalicija–SZV önjáró löveg, szemből. A torony tetején látható a 6Sz21 távvezérelt géppuskakomplexum a 12,7 mm-es 6P49MT Kord géppuskával

tályok, harckocsik és egyéb páncélozott harcjárművek, páncélelhárító fegyverek, légi és rakétavédelmi komplexumok, harcálláspontok, irányítóközpontok, harctéri erődítések megsemmisítése és az élőerő pusztítása, mélységben [94]. Mozgékonysága lehetővé teszi, hogy mélységből megakadályozza az ellenséges manőverek végrehajtását, például tartalékok áthelyezését. Közvetett és közvetlen irányzással egyaránt képes tüzelni. A harcjármű elsődleges fegyverzete a 152 mm-es vontcsövű 2A64M2-es ékzáras löveg, amelyet töltéssegítővel és lőporgáz-elszívóval láttak el. Csőhosszúsága 47 kaliberhossz [98]. A löveg osztott lőszerrel tüzel és bármely szögállásban tölthető. A lövegcső irányzási szöge a függőleges síkban –4° és +68° között van, és 360°-os körbefordulást tesz lehetővé. A lövegcső nem stabilizált. Maximális lőtávolsága hagyományos repeszromboló lövedékkel 24,7 km, gázgenerátoros (aktív szívóhatás-csökkentő) lövedéknél 28,5 km és rakéta-póthajtással 36 km [94]. Tűzgyorsasága 6-8 lövés/perc, lőszer-javadalmazása 50 db lőszer. Ezek között megtalálhatók a hagyományos 152 mm-es tüzérségi lőszerek, valamint az irányított páncéltörő lőszerek is, mint pl.: a 2K25 Krasznopol–M1. A 43 t-ás harcjárművet 5 fős személyzet szolgálja ki. A jármű alvázát a T–72-es és a T–80-as harckocsik alapján fejlesztették [96]. A görgők felfüggesztését és rugózását a nagy teljesítményű löveghez kellett illeszteni. A harcjármű tömege, a nagy méretének ellenére, nem haladja meg a T–72-es harckocsiét, mivel a páncélzata, a feladatköréből adódóan jóval vékonyabb a harckocsiénál. Mozgékonysága is igen jó, műúton eléri a 60 km/h sebességet. A meghajtást a V12-es 617 kW-os (840 LE) V–84A típusú folyadékhűtéses dízelmotor biztosítja. A kezelőket homogén hengerelt páncélzat védi a gyalogsági lőszerek lövedékei ellen és a tüzérségi lőszerek repeszeitől [99]. A harcjármű másodlagos fegyverzete egy 12,7 mm-es 6P17 NSZVT légvédelmi géppuska 600 töltény-javadalmazással [99]. Az Mszta–Sz-t többször is fejlesztették és modernizálták. A legújabb változata a Mszta–Sz M2 [95], amelynél a kezelőszemélyzetet digitális kijelzők segítik és a belső tér hőmérséklete temperált. A löveget fejlett tűzvezető rendszerrel látták el, és a tűzgyorsaságát 10 lövés/percre növelték. Az orosz tüzérségben az Mszta–Sz M2-nél alkalmazták először sikeresen a szimultán tűzcsapást, amelynek során egy lőállásból, különböző lőszögekkel (és kezdősebességekkel) indított lövedékek (különböző röppályákon haladva) egyszerre csapódnak be a célba. Ezzel a célban kifejtett hatás többszörösére nő. Az elv alkalmazásával nincs szükség a löveg kaliberének további növelésére (amely drága, nehézkes és nem kellően mozgékony konstrukciókat eredményezne), mivel a gránátok egyidejű becsapódásával elérhető a kívánt hatás. A MSzta–Sz M2-t álcázó burkolat (*Накидка* ~ köpeny) fedi, amely több mint 30%-kal csökkenti a harcjármű hő- és rádióhullám kisugárzását [97].

A 152 mm-es 2Sz35 Koalicjia–SzV-t (*Коалиция-СВ* az „СВ” index сухопутные войска – szárazföldi csapatok) [101], először a 2015-ös győzelem napi díszszemlén láthattuk (*42., 43. ábra*). Ez a harceszköz az önjáró lövegek új generációját testesíti meg. Az eszköz tervezése és fejlesztése 2002 és 2012 között zajlott a Bureveszthnyik Központi Kutatóintézetben *(ЦНИИ Буревестник),* majd az első példányok gyártását 2013-ban kezdték meg a jekatyerinburgi UralTransMash-nál *(Уралтрансмаш)*. A harcjárművek páncélteste a hat láncgörgős T–90-es harckocsialváz alapjára épült, amely jelentős módosításokon esett át [106]. A torony magában foglalja a fő és a másodlagos fegyverzetet, a teljes lőszer-javadalmazást (70 db lőszer), az irányzó és a tűzvezető rendszert. A löveg töltése, irányzása, elsütése és a hüvely kivetése teljesen automatikus [105]. A löveg töltését, tetszőleges szögállásnál, a speciális pneumatikus töltőberendezés látja el, ezzel a töltési folyamat gyorsul. Ennek további előnye, hogy a személyzet létszáma így 3 főre csökkent (parancsnok, irányzó, vezető). A torony irányítását távvezérelve a kezelőszemélyzet végzi, akik – a T–14-es koncepciójához hasonlóan – a páncéltestben egy ergonomikus, ABV-védelemmel rendelkező védő/irányító kapszulában kaptak helyet. A páncéltest így három külön részre tagolódik. Elöl helyezkedik el a kezelőszemélyzet küzdőtere, a középső részben a fegyverzet, és a test hátsó részében kapott helyet a motortér a hajtáslánc elemeivel [101]. A kezelőszemélyzet elrendezése eltér a T–14-es harckocsiétól. Itt középen ül a vezető, tőle jobbra a parancsnok, balra pedig az irányzó kapott helyet. A harcjármű teljes tömege 48 t. Erőforrását a V–92Sz2 *(B–92C2)* V12 dízel üzemű 735 kW (1000 LE) teljesítményű módosított harckocsimotor biztosítja. Fő fegyverzete a 152 mm-es (52-es kaliberhosszúságú) 2A88-as löveg. A löveg lőtávolsága hagyományos repeszromboló lőszerekkel 40-50 km [107], gázgenerátoros lövedékekkel 70 km [103, 106]. A löveghez külön tervezett, irányított, pályakorrigált rakétapóthajtásos lőszerrel 2019-ben sikerül elérni a 80 km-es lőtávolságot is [102], azonban nagy pontosságú lövést 50 km-ig képes kiváltani [103]. A Mszta–Sz minden lőszerét



43. ábra. 152 mm-es 2Sz35 Koalicija–SZV önjáró löveg. A parancsnok és a teljes kezelőszemélyzet a páncéltestben foglal helyet. A torony teljesen automatizált

képes tüzelni, és ezen felül szinte az összes korszerű lövedék (rakéta-póthajtásos, irányított, precíziós stb.) megtalálható az arzenáljában. A 152 mm-es űrméretű lövegből indítható a 20 km hatótávolságú Krasznopol–M1 *(Краснополь-М1)* páncéltörő rakéta is [109]. A Koalicija–SzV gyakorlati tűzgyorsasága jelenleg minősített adat, azonban az Orosz Föderáció Honvédelmi Minisztériuma által közzétett adatok szerint meghaladja a 10 lövés/perces értéket [104, 108]. A harcjármű lőszerrel való feltöltését egy külön erre a célra fejlesztett Kamaz 6562-es alvázra épült 2F66–1 töltőberendezés segíti. A teljes 70 db lőszer toronyba tárazása mintegy 15 percet vesz igénybe. A harcjármű másodlagos fegyverzete a 12,7 mm-es 6P49MT Kord géppuska a 6SZ21-es távvezérelt toronyba építve, amelynek irányítását/irányzását a küzdőtérből (vezérlőkapszulából) végzik. A teljesen körbe forgó, –5° és +75° közötti emelkedési szögre képes fegyver légi és földi célok ellen egyaránt alkalmazható. A harcjármű védelmi rendszerébe tartozik két szenzor, amelyek jelzik az esetleges irányítottrakéta-támadás bemérő jelét, valamint a torony oldalán elhelyezett ködgránátvetők. Az eszköz paramétereit és automatizáltsági szintjét tekintve megállapíthatjuk, hogy a Koalicija valóban napjaink egyik legkorszerűbb önjáró lövege.

Korábbi hírek szerint, a 2Sz19 Mszta–SZ M2-es önjáró tarackon további fejlesztéseket már nem terveznek, mivel 2020-után a 2Sz35 Koalicija–SZV veszi át a feladatkörét az orosz haderőknél [93]. Azonban a legújabb tervek szerint a két eszköznek más-más feladatköröket szánnak. Összehasonlítva a két tüzérségi eszközt látható, hogy ugyan mindkettő az önjáró tarackok kategóriájába tartozik, mégis a Koalicija–SZV és az Mszta–Sz M2 eltérő rendeltetésű fegyverek. A Koalicija–SZV egy olyan harceszköz, amelyet különálló tüzérségi dandárok, azaz speciális tüzérségi egységek számára terveztek. A Mszta–Sz M2 azonban fokozatosan a gépesített lövész- és harckocsiegység kötelékekbe kerül át, valamint hadosztályokban, ezredszinten fogják alkalmazni [100].

A Koalicija–SzV-ket követően a felvonulást a rakétatüzérség alakzatai folytatták. Elsőként a Vörös Zászló érdemrenddel kitüntetett 79. Novozybkovskaja rakéta-sorozatvető dandár [110] felvezető BTR–82A harcjármű után a 300 mm-es 9K58 Szmercs–M (РСЗО – Реактивная система залпового огня – *9К58 Смерч-М*) nagy hatótávolságú sorozatvető komplexum 9A52–2-es önjáró indítóállványai (harcjárművei) *(44., 46. ábra)* vonultak fel. A „Szmercs" jelentése Tornádó, Forgószél, de újabban a Tornádó fordí-

44. ábra. 9K58 Smercs–M rakéra-sorozatvető bal oldali képe. A vezetőfülke mögött látható a fegyverkezelő kabinja. A hátsó két tengely között helyezkednek el a stabilizátortalpak





45. ábra. 9K58 Smercs-M sorozatvető rakétaindító blokkja

tást azért nem célszerű használni, mert a Szmercs egyik továbbfejlesztett változata már oroszul is a Tornádó *(Торнадо)* nevet viseli [111, 114]. A Smercs–M rendeltetése az ellenséges csoportosulások, élőerők, gyengén páncélozott harcjárművek, tüzérségi ütegek, lőszer- és fegyverraktárak, vezetési pontok, repülőterek, rakétatámaszpontok megsemmisítése és pusztítása. A bemutatott sorozatvető az olyan nagy múltú szovjet/orosz sorozatvető eszközök egyik legkorszerűbb változata, amelyek között megtalálható a BM–13 Katyusa és a korábban hazánkban is használt BM–21 Grad [116]. A második világháborúban beigazolódott, hogy ez a fegyverrendszer milyen jól alkalmazható nagy távolságú tüzérségi feladatokra. A pusztítás, amit a rakéták végeztek felért egy náluk jóval nehezebb eszközökből álló tüzérségi üteg csapásával [116]. Mindez egy könnyű és jó mozgékonyságú szállító eszközzel párosulva igazán hatékonnyá tette a fegyvert, még ha a korai eszközök pontossága igencsak kérdéses is volt. A 9K58-as fejlesztését még a TulgosNIItocsmash-nál (ТулгосНИИточмаш – Tulai Állami Precíziós Gépipari Kutatóintézet) kezdték, amely mára az A. N. Ganicsev nevét viselő Szplav (Сплав) részvénytársasággá alakult át. A Smercs 1987-ben állt rendszerbe a szovjet haderőnél. Azóta több módosításon és modernizáción esett át. [121]. Számos, alapvetően új műszaki megoldás, amely a rendszer és a rakéta kialakításában a 9K58-nál alkalmaztak, lehetővé tette, hogy a fegyver immár megfeleljen a modern harctéri követelményeknek. A 9K58 Smercs–M része a Vivarij *(Вивариў)* automata tűzvezető rendszer és a 9A52–2 rakétaindító harcjármű betöltéséhez tartozó 9T234–2 szállító-rakodógép. Az indítóállvány betöltése a tartalék 12 db rakétával 36 percig tart. A Smercs–M 9A52–2 harcjárművek rakétaindító-berendezése 12 vetőcsőből álló indítóblokk, amely egy kiegyensúlyozó és szervo-mozgató rendszeren keresztül kapcsolódik az alváz hátsó részéhez. Képes a rakéták egyszeri és sorozatindításra is. A rakétavető blokk vízszintesen a jármű középvonalától jobbra és balra 30°-ban, míg a függőleges síkban 0°-tól 55°-ig állítható. A rakéta-vetőcső elrendezését a *45. ábra* mutatja. A rendszer nagy előnye a mozgékonysága és a gyorsasága; 3 perc alatt képes mozgásból harckész állapotra váltani. A teljes rakétasorozat indítása 38 másodpercig tart. Majd további 1 percen belül képes elhagyni helyét a harcjármű. Gyorsasága lehetővé teszi, hogy elkerülje az ellenség megtorló csapását. Ezt a gyors tempót a következő két rendszer is segíti: az automatikus harchelyzetbe állító rendszer, amely a gyors telepítést teszi lehetővé, illetve a helyzet-meghatározó rendszer, amely automatikusan beméri a jármű és az indítócsőcsoport aktuális pontos helyzetét és irányát (azimutját). Az automatizálás lehetővé tette, hogy a kezelőszemélyzet 4 főről 3-ra csökkenjen. A rakéta indításakor a személyzetnek nem szükséges elhagynia a járművet. A kabinok jól védenek a portól és a zajártalmaktól, teljes ABV-védelemmel rendelkeznek, de nem páncélozottak. [121].

A 9K58 Smercs–M sorozatvető nagy mozgékonyságát a 9A52–2 harcjármű biztosítja, amelyet a MAZ–543-as nyolckerék hajtású szállító gépjármű alapján építettek. A sikeres MAZ–543-as családnak több mint 200 féle variációját készítették különféle feladatokra, amelyek közül a Smercs-nek a MAZ–543M-et szánták [112]. A jármű a MAZ–543-as-tól külsőleg is különbözik. A kétoldali osztott fülke jobb oldali részét eltávolították, és helyette a sorozatvető kezelőfülkéjét a bal oldali fülke és a motortér mögé helyezték el. A bal oldali kabin maradt a parancsnok és a járművezető helye. A kezelőfülke és a járművezető/parancsnoki fülke szálerősítéses műanyag kompozitból készült. A rakétaindítás pontosságának növelése érdekében a jármű hátsó részét két hidraulikus támasz stabilizálja

46. ábra. 9K58 Smercs–M rakétasorozatvető-rendszer 9A52–2 indítójárműve, MAZ–543M típusú alvázon





47. ábra. A 9K720 Iszkander–M rövid hatótávolságú ballisztikus rakétakomplexum 9P78–1 indítójárműve, MZKT–7930 alvázon

[112]. A MAZ–543M jármű motorja a V12-es 38 800 cm^3-es D12A–525A dízelmotor. A motor maximális teljesítménye 386 kW (525 LE) 2000 fordulat/percnél. A legnagyobb nyomatéka 2206 Nm 1400 percenkénti fordulatnál [119]. A motor nyomatékát többlépcsős hajtáslánc vezeti a független felfüggesztésű kerekekhez. A végső áttételt a kerekekben elhelyezett bolygóműves reduktor szolgáltatja. A jármű első 4 kereke kormányzott [112]. A jármű méretei [113]: hosszúsága 11 657 mm, szélessége 3050 mm, magassága 2900 mm. Hasmagassága: 400 mm, első és hátsó nyomtávolsága 2375 mm; kerékmérete 1500 × 600-635 mm. A harcjármű össztömege 43 t. Legnagyobb sebessége műúton 60 km/h, terepen 25-30 km/h. Hatótávolsága 850 km [113].

MAZ–543M alapján készült a 478 kW-os (650 LE) MAZ-71111 indítóállvány változat [120], amely további két hidraulikus támaszt kapott az első két tengely között [112]. Több változat is készült, de a 9K58 Szmercs–M sorozatvető jelenlegi hordozója mégis a MAZ–543M maradt [112].

A rendszer fontos részei a külön hozzá tervezett 300 mm űrméretű, szilárd hajtóanyagú, 7,6 m hosszú, 800 kg tömegű rakéták 20–70, illetve 25–90 km-es lőtávolsággal. A vetőcsövön egy jobbra csavarodó kettős kényszerpálya biztosítja a rakéta szükséges minimális forgatását, már a kilövéskor. A forgás röppálya menti fenntartását, a vetőcső elhagyása után kinyíló hat szárny állásszöge biztosítja. Ez további stabilitást ad a rakétának. A rakéták sajátossága, hogy repülésirányító rendszerrel is rendelkezhetnek, amely a mozgás pályáját két irányban helyesbíti. A rakéták irányítórendszere egyrészről biztosítja a szögstabilizációt az aktív pályaszakaszban, másrészről távolsághelyesbítést alkalmaz, amely a rakétamozgásból számított adatok alapján, megfelelő időben választja le a harci fejet. Ezekkel a megoldásokkal a rakéták találati valószínűsége nagyságrendekkel nőtt a régebbi rakétákhoz képest [121]. Az alkalmazott rakéták közül néhányat bemutatunk [121,122,123,124].

A *300 mm-es 9M55K rakéta 9N139 kazettás harci résszel 9N235 repeszromboló betéttel.* A harci részben elhelyezett 72 db töltet mindegyike 96 db előre gyártott nagy tömegű repeszt és további 360 db kis tömegű repeszt tartalmaz, azaz rakétánként 32 832 db-ot, így a 12 db rakétára összesen 393 984 db előre gyártott repesz jut. A nagyobb tömegű repeszek a páncélvédettség nélküli gépjárművek, míg a könnyűek élőerő pusztítására készültek. A töltet leghatékonyabban nagy nyílt terepen használható [121]. A *9M55K1 rakéta 9N142 célkereső kazettás harci fejjel* rendelkezik. A kétsávos infra célkereső repülés közben felülről keresi a célt és a cél felett robbantja a harci részt. Harcjárművek és harckocsik nyílt terepen felülről irányuló támadására tervezték, 5 db egyenként 15 kg-os töltetből áll [122]. A rakéta harci fejét 100 m magasan aktiválva a repeszek 30°-os becsapódásánál is garantálják a 70 mm-es homogén páncél átütését [121]. A *9M55K4 rakéta a 9N539 kazettás fejjel* adott célterületen harckocsi elleni aknazár telepítésére alkalmas. Minden lövedék 25 db PTM–3 *(ПТМ–3 Противотанковая мина)* közelségi érzékelővel ellátott harckocsi elleni aknát tartalmaz. A teljes sorozat kilövésekor a célterületet 300 aknával tudja befedni [124]. A *9M55K5 rakéta 9N176 repesz-kumulatív harci fejjel* rendelkezik. A harci rész 646 db 118 mm vagy 588 db 128 mm hosszúságú 240 g tömegű hengeres harci egységet tartalmaz. A 118 mm hosszú darabok általában 120 mm-es, míg a 128 mm hosszúak, 160 mm-es homogén páncél átütésére képesek. A 12 rakéta összesen 7552 vagy 7056 db ilyen töltetet képes célba juttatni, amely igen hatékony a páncélozott szállító és gyalogsági harcjárművek ellen [121]. A *9M55F rakéta leváló repeszromboló harci fejjel* rendelkezik. Élőerő, gyengén páncélozott harceszközök, infrastruktúrák megsemmisítésére alkalmas [115]. 9M55Sz rakéta 9M216 *(Волнение)* termobarikus harci fejjel. Egy harci fej robbanása (terepről függően) minimálisan egy 25 m átmérőjű 1000 °C-os termikus teret hoz létre, amely legalább 1,4 másodpercig fennáll. Élőerő és gyengén páncélozott harceszközök pusztítására alkalmas [121]. A *9M528 rakéta leváló repeszromboló harci fejjel,* azonnali vagy késleltetett működésű csapódógyújtóval. Élőerő és gyengén páncélozott harceszközök pusztítására továbbá infrastruktúra stb. meg-

semmisítésére alkalmas. A *9M534 kísérleti rakéta* egy kis méretű, pilóta nélküli felderítő légi járművet tartalmaz [121]. Feladata, hogy kilövése után húsz percen keresztül végezzen felderítést a célterületről. Az UAV ejtőernyővel ereszkedik és rögzíti a célkoordinátákat, amelyeket a vezetési pontnak továbbít, s amelyekből a lőelemek és a későbbi helyesbítések meghatározhatók. Hatótávolsága legfeljebb 70 km. A *9M542-es egy új típusú, rögzített harci részű rakéta,* amelyet kazettás vagy repeszromboló fejjel alkalmaznak. Hatótávolsága eléri 120 km-t (lásd lejjebb) [121], emellett a szórása nem haladja meg a sorozat tartományának 0,3%-át, mivel a pontosság növelése érdekében pályakorrekciót hajt végre. A művelet a repülés közbeni irányító rendszer működésével érhető el. Ennek köszönhetően a Szmercs–M találati valószínűsége kétszeresére nőtt a nem irányított rakétákhoz képest. A maximális hiba nem haladja meg a 150 m-t, a maximális lőtávolságon. A pályahelyesbítést gázfúvókás kormányzással végzik. A rakétákat úgy tervezték, hogy merőlegesen csapódjanak be a célfelületre.

A sorozatvető rendszer fejlesztése napjainkban is folytatódik. A Szplav Rt. szerint a 9K58 Szmercs–M egyik új változatát a 9K515 Tornádó–Sz rendszer első tételét 2016 decemberében adták át a csapatoknak [117]. A korszerűsített változat egyes rakétái a 120 km-es távolságot is elérik. Ezek a nagy hatótávolságú rakéták a GLONASS műholdas navigációs rendszer jelei alapján végzik a pályakorrekciót [118]. Ezzel a megoldással az új rakéta képes a hatótávolságán belül akár néhány méteres célokat is eltalálni, amely már eléri a csövestüzérség pontosságát [117]. A sorozatvetőt sikeresen alkalmazták a szíriai hadműveletekben is. Hatékonyságát tekintve egy Szmercs 21 db hagyományosabb Grad rendszert képes helyettesíteni, teljes tűzerővel több tíz hektárnyi területet képes letarolni [114]. Egy Smerch–M üteg képes egy hadosztály megállítására, illetve egy kisebb város elpusztítására. Ezért hasonlítják harci erejét a nukleáris fegyverekéhez. [114].

A Smercs–M osztály után a Vörös Zászló érdemrenddel kitüntetett 112. Novorossziszk gárda rakétadandár, parancsnoki BTR–82A felvezető harcjárműve után 6 db 9K720 Iszkander–M (*9K720 Искандер–М*, NATO kód: SS-26) rakétakomplexum 9P78–1 indítójárművei *(39., 47. ábra)* gördültek végig a Vörös téren. A 9K720-as többszöri rakétakilövésre képes, nagy pontosságú, önjáró harcászati-hadműveleti rövid hatótávolságú, kvázi-ballisztikus rakétarendszer. Oroszországban 2006-ban állt rendszerbe. A komplexumban alkalmazott 9M723-as [126] egy fix harci részű, egyfokozatú, szilárd hajtóanyagú rakéta. Hossza 7,2 m, átmérője 0,93 m, a kilövési tömege változattól függően 3800-4020 kg, a harci rész tömege 480-700 kg. Maximális lőtávolságon körszimmetrikus szórása 5-7 m. A rakéták az úgynevezett lopakodó/megtévesztő módszereket használják. Ez nagyban csökkenti a rakéták ellen használt légvédelmi rendszerek hatékonyságát. A rakéta a pálya kezdeti és végszakaszán intenzív manővereket hajt végre, hogy az ellenrakétákat megtévessze és kijátssza. A rakéta a pálya utolsó szakaszán rádióhullámú zavarást is alkalmaz és megtévesztő céltárgyakat dob ki, amelyek az elfogására indított légvédelmi rakéták rendszereit megzavarják és végül közel függőlegesen csapódik be a célba [127]. Természetesen a rakéta által keltett zavarás soha nem lehet százszázalékos, de annyira éppen elég, hogy a hiperszonikus sebességgel közeledő rakétának épp annyi időt adjon, amennyivel megsemmisítheti a célt [125]. A rakéta harci része lehet hagyományos repesz, repeszromboló, kazettás (területi célokra), betonromboló (pontcélok és erődítések ellen), termobarikus, olaj-levegő (aeroszol) stb., önrávezető harci részszel illetve egy 50 kt-ás atomfejjel is ellátható.

A rakéta gyorsulás utáni első szakaszán 2100 m/s sebességgel repül. A pályája igazából nem ballisztikus, ugyanis a repülése során folyamatos irányítás alatt áll. A rakéta a manőverezést és a pályamódosításokat a kormánylapátok és gázfúvókák kombinált használatával végzi [127]. Az irányítási adatok nemcsak a ballisztikus pálya számításából jöhetnek, hanem a rakéta használja a GLONASS helyzet-meghatározó rendszert, továbbá földi és légi irányítástól, illetve előretolt tüzérségi felderítőktől kaphat parancsokat [126]. A találat eléréséhez tereptárgyi azonosítást is igénybe vehet. A rakéta – manőverezés esetén – 20-30 g terhelést is elvisel. Ez azért lényeges, mivel ahhoz, hogy egy ellenrakéta egy 9M723-ast elfogjon, olyan trajektórián kell követnie, amelyen a túlterhelés akár 2-3-szorosa is lehet az elfogandó rakétáénak. Ilyen mértékű túlterheléseket azonban a jelenlegi szerkezetek nem viselnek el [127]. A nagy magasságokban történő manőverezések a hatótávolságot nem csökkentik jelentősen, azonban a rakéta találati valószínűsége és az ellenrakéta-rendszerekkel szembeni védelme nagyban javul. A legkisebb repülési magassága 6 km, míg az átlagos repülési magassága 30-50 km. Az 50 km-es magasságot a légvédelmi és ellenrakéták (mint pl.: a Patriot) nem képesek elérni, így a rakéta eltalálásának valószínűsége nagyban csökken [126]. Továbbá ebben a nagy magasságban való közlekedés – a légritka közeg miatt –, hatékonyabb repülést tesz lehetővé. Az Iszkander–M rakéta hivatalos hatótávolsága minősített adat. A mind hatótávolságban, mind irányításban leegyszerűsített export változat (Iszkander–E típus) hivatalos hatótávolsága 280 km [127] alapján az Iszkander–M hatótávolsága meghaladja a 400 km-t (minimális hatótávolsága 50 km). Eredetileg valószínűleg azért nem haladta meg az 500 km távolságot, hogy megfeleljen az 1987-ben aláírt INF (Intermediate-Range Nuclear Forces Treaty*)* egyezménynek. Azonban 2019-ben az egyezményt először az USA, majd erre válaszként Oroszország is felfüggesztette. Mivel a szerződés hatályát vesztette, ezért elvileg az Iszkander–M hatótávolságát sem korlátozza többé. A rakétarendszer ideális ellenfele lehet az Európába telepítendő amerikai védelmi rakétarendszernek [125]. Az elmúlt években a díszszemléken csak a 9P78–1 önjáró indítóállványok szerepeltek, amelyek a 8×8-as MZKT–7930 *(МЗКТ–7930)* alvázon, speciális felépítményen gurultak [128]. A rakéta indítójárművét a 368 kW (500 LE) teljesítményű V8-as JAMZ 846.10, illetve az azonos teljesítményű, de jobb hatásfokú TMZ–8493.10 motort hajtja [128]. Az Iszkander–M rakéta indítójárműve egyszerre két 9M723 rakétát hordoz, tud célon tartani, és menetből 4-16 percen belül képes indítani. A rakétákat 1 perces időkülönbséggel képes indítani. Korábbi díszszemléken felvonultak a 9T250-es rakétaszállító járművek is, amelyek két további rakétát szállítanak, és a rajtuk lévő manipulátorral képesek feltölteni az indítóállványokat. A 9K720 rakéta önjáró indítóállvány kezelését mindössze 3 fő látja el. A platform egyik módosítása képes kilőni a 480 km hatótávolságú 9M729 cirkáló rakétát (szilárd hajtóanyagú rakétával indított robotrepülőgépet) is.

(Folytatjuk)

Felhasznált irodalom

[93] „Создавая артиллерию будущего, ЦНИИ «Буревестник», Закаменных Георгий” 2013.10.07. Военно-промышленный курье, Letöltve: 2019. 11. 18. https://vpk-news.ru/articles/17730;

[94] „152-мм Самоходная гаубица 2С19 мста-с, Энциклопедия Артиллерии Особой Мощности / часть IV.” Современные артиллерийские орудия большой и особой мощности, В.Н. Шунков, Харвест, Минск, 2004.
[95] „Артиллеристы Южного военного округа осваивают модернизированные самоходные гаубицы «Мста-С»”, 2013. 06.26, Letöltve: 2019. 11. 18. http://www.armstrade.org/includes/periodics/news/2013/0626/205519066/detail.shtml;
[96] „Карпенко А. В. ”Оружие России”.”Современные самоходные артиллерийские орудия–СПб.: Бастион, 2009.;
[97] „Незаметная сенсация, Илья Кедров, „Накидка”” 2000.07.28, Letöltve: 2019. 11. 18. http://armor.kiev.ua/ptur/mask/nakidka.html;
[98] „САУ Мста-С 2С19 - 152-мм самоходная гаубица” Letöltve: 2019. 11. 18. http://wartools.ru/sau-russia/sau-msta-s-2s19, 2018.01.18.;
[99] „2С19 “Мста-С”, 152-мм самоходная гаубица,” Letöltve: 2019. 11. 18. http://русская-сила.рф/guide/army/ar/2s19.shtml, 2018.01.19.;
[100] „Огневой налет: как из „Мсты” сделали супероружие,” Roman Azanov, 2017 11.24., Letöltve: 2019. 11. 18. https://tass.ru/armiya-i-opk/4754203;
[101] „Самоходная ”Коалиция”: чем уникальна новейшая артиллерийская установка *ВС России*, Короткая ссылка,” 2018.02.10, Алексей Заквасин, RT, Letöltve: 2019. 11. 18. https://russian.rt.com/russia/article/479200-samohodnaya-artilleriyskaya-ustanovka-koaliciya-rossiya;
[102] „Новый артиллерийский комплекс „Коалиция-СВ” обрушит на противника „шквал” на дальности около 80 км, Интерфакс-АВН,” 02.01.2019, Letöltve: 2019. 11. 18. https://www.militarynews.ru/story.asp?rid=1&nid=499014&lang=RU;
[103] „«Коалиция-СВ» на испытаниях установила рекорд дальнобойности Алексей Савелов” 2019.01.03. Звезда, Letöltve: 2019. 11. 18. https://tvzvezda.ru/news/opk/content/201901031335-8ca1.htm;
[104] „Минобороны: скорострельность „Коалиции-СВ” увеличена в 1,5 раза,” 2015.05.16, Letöltve: 2019. 11. 18. https://ria.ru/20150516/1064911684.html;
[105] „Огонь за горизонт: новейшая САУ “Коалиция-СВ” *ставит рекорды по дальности стрельбы, „ЗВЕЗДА”* 2015.05.05, Letöltve: 2019. 11. 18. https://tvzvezda.ru/news/forces/content/201505050755-zwqu.htm;
[106] „2S35 Koalitsiya-SV, 152-mm self-propelled howitzer.” letöltve: 2019. 11. 18. http://www.military-today.com/artillery/koalitsija_sv.htm. hozzáférés: 2017.11.07.;
[107] *„„Коалиция-СВ” установила рекорд дальности стрельбы”* Letöltve: 2019. 11. 18. https://rg.ru/2015/05/07/koalitsiya-site-anons.html;
[108] „152 mm самоходная артиллерийская установка 2С35 „Коалиции-СВ””, Letöltve: 2019. 11. 18. http://bastion-karpenko.ru/koalicia/, 2018.01.21.;
[109] „Краснополь, комплекс управляемого вооружения для артиллерийских систем калибра 152/155мм,” Letöltve: 2019. 11. 18. Letöltve: 2019. 11. 18. http://www.kbptula.ru/ru/razrabotki-kbp/kompleksy-vooruzheniya-legkobronirovannoj-tekhniki-i-tankov/3uof19/33-russkij/razrabotki-kbp/artillerijskie-kompleksy-upravlyaemogo-vooruzheniya;
[110] „От «Катюши» до «Смерча»: в Твери празднует 20-летие гвардейская реактивная артиллерийская бригада” 2012.11.17. комсомольская правда, Letöltve: 2019. 11. 18. https://www.tver.kp.ru/daily/25986/2917954/;
[111] „«Торнадо-С»: новые дальнобойные ракеты российской армии, Популярная механика,” 05.2017. Letöltve: 2019. 11. 18. https://www.popmech.ru/weapon/369452-tornado-s-novye-dalnoboynye-rakety-rossiysko-armii/#part0;
[112] „Евгений Дмитриевич Кочнев: Секретные автомобили Советской Армии, Серия: Война моторов” Яуза, Эксмо; Москва; 2011;
[113] „МАЗ-7310, Технические Характеристики Автомобиля маз-7310” Letöltve: 2019. 11. 18. http://www.ukb5s.ru/maz7310.html;
[114] „Чудовищный «Торнадо» после «Смерча»: российские РСЗО способны превратить 67 Га в пустыню, Дмитрий Сергеев” 2016. 04. 17. Letöltve: 2019. 11. 18. https://tvzvezda.ru/news/opk/content/201604170834-ztxs.htm;
[115] „Энциклопедия реактивной артиллерии/ часть IV. Современная реактивная артиллерия” Реактивная система залпового огня 9К58-СМЕРЧ;
[116] „Энциклопедия отечественного ракетного оружия, Часть 11. неуправляемые ракеты (1946-2002).” А.Б. Широкорад, Харвест, Москва, Минск, 2003.;
[117] „Система «Торнадо-С» получит ракету с ГЛОНАСС-наведением” 2017.02.08. Letöltve: 2019. 11. 18. https://lenta.ru/news/2017/02/08/tornado/;
[118] „«Торнадо» ударит по сигналам ГЛОНАСС. Новейшая система залпового огня получит сверхточную ракету со спутниковой навигацией, Алексей Рамм ,Егор Созаев-Гурьев, Известия,k,” 2017.02.08. Letöltve: 2019. 11. 18. https://iz.ru/news/661451;
[119] „МАЗ-543” Letöltve: 2019. 11. 18. https://belautoprom-g2n.jimdo.com/маз/тягачи-скб-1/маз-543;
[120] „МАЗ-7911” Letöltve: 2019. 11. 18. https://belautoprom-g2n.jimdo.com/маз/тягачи-скб-1/маз-7911/;
[121] „Реактивные системы залпового огня.” Обзор., проф. Н.А. Макаровца. Тула: Пересвет, 2006. 432 с. ISBN 5-86714-282-5.;
[122] „Deagel.Defensive Weapons :9M55K1,” Letöltve: 2019. 11. 18. http://www.deagel.com/Defensive-Weapons/9M55K1_a000988003.aspx;
[123] „РСЗО «Смерч»: история создания и характеристики,” 2019.04.29, Letöltve: 2019. 11. 18. https://militaryarms.ru/voennaya-texnika/artilleriya/rszo-smerch-istoriya-sozdaniya-i-xarakteristiki/;
[124] „Инженерные боеприпасы, Россия, Реактивный снаряд 9М55К4, (Средство дистанционного минирования).” Letöltve: 2019. 11. 18. http://saper.isnet.ru/mines-2/smerch.html;
[125] „“Искандер” стал неуязвимым для американской ПРО. известия” 2013. május 8. Letöltve: 2019. 11. 18. https://iz.ru/news/549960;
[126] „Оперативно-тактический ракетный комплекс “Искандер”” Letöltve: 2019. 11. 18. http://wartools.ru/rvsn/operativno-taktycheskiy-raketnyy-kompleks-iskander;
[127] „Оперативно-тактический ракетный комплекс 9К720 ,Искандер’”, Ракетная техника, Letöltve: 2019. 11. 18. http://rbase.new-factoria.ru/missile/wobb/iscander/iscander.shtml;
[128] „СЕМЕЙСТВО 7930.” Letöltve: 2019. 11. 18. http://www.volatdefence.com/katalog/362/, 2017.12.05 http://www.volatdefence.com/katalog/semejstvo-7930/.

(Fotók: Zentay Péter és Hajnal Ágnes)

*Laczkó Balázs**

A szovjet Lira (NATO-kód: Alfa) osztályú atom-tengeralattjárók II. rész

Az Alfa fedőnevű osztály egyes példányainak sorsa

A K–64-es tengeralattjáró

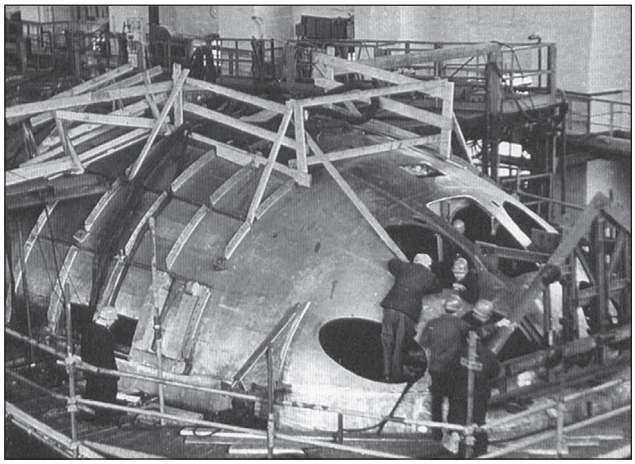
A tervezés, a számos innovatív megoldást figyelembe véve, 1960 és '68 között zajlott. Utólag azonban jól látható, hogy a folyamat még több időt igényelt volna, ezt bizonyítja az első egység, a K–64 sorsának alakulása is. Az első komplett terv 1963 szeptemberében készült el, azonban ezt már év végén módosították a flottával való egyeztetések után. Ekkor még mindig csupán 18-20 fős személyzettel számoltak, és csak 38,5 csomó garantált sebességet vártak a tervezőtől. Az első egység tengeri próbáit 1966. harmadik negyedévére tűzték ki.

Mielőtt az illetékesek szembesültek a technikai gondokkal, még három tucat Projekt 705-ös szolgálatba állítását fontolgatták. Ebből végül is a prototípusnak megfeleltethető K–64-es, majd 3-3 db „valódi" széria 705-ös és 705K, valamint egy megrendelt, de megépítésre mégsem került 705-ös valósult meg – összesen tehát 7 db hajó épült a két altípusból.



15. ábra. A K–64-es próbaútján készült felvétel

A szeverodvinszki gyár rengeteg megrendelése miatt a Balti-tengerre nyíló leningrádi Admiralitás Hajógyár két üzemrésze közül a 196. sz., Szudomeh nevűt jelölték ki az első Projekt 705-ös megvalósítására. (Az építés a nevezetes AURÓRA cirkáló gyártási helyeként is szolgáló csarnokban folyt.) A 900-as gyári számú, K–64 nevű egység építéséhez a Szudomehben komoly szervezésre is szükség volt. A gyárban ugyanis ekkora nagyságrendben még sohasem dolgoztak titánnal, és korábban sosem gyártottak atomtengeralattjárót. Ezért a tervezőirodákból mérnököket küldtek, hogy helyben segítsenek. Bár a K–64 kicsi volt, ám nagyon bonyolult. Utólag egyértelmű, hogy az építés során túl gyors volt a tempó. Ráadásul a tengeralattjárót egészen új, korszerű technológiával készítették, amelyre a gyár nem volt alkalmas. A munka 1968. június 2-án kezdődött, és a következő év április 22-én – Lenin születésnapján, a hajóépítési miniszter jelenlétében – már vízre is bocsátották a K–64-est. Bár az eseményt próbálták elrejteni a nyilvánosság elöl, az üzem elhelyezkedése miatt rengetegen – köztük nyugati megfigyelők is – látták a vízen a szovjet tudomány és technika legújabb vívmányát. Mivel a Szudomeh a belső munkálatokra nem volt alkalmas, a K–64-est egy úszó dokkban, csatornákon keresztül Szeverodvinszkbe vitték.

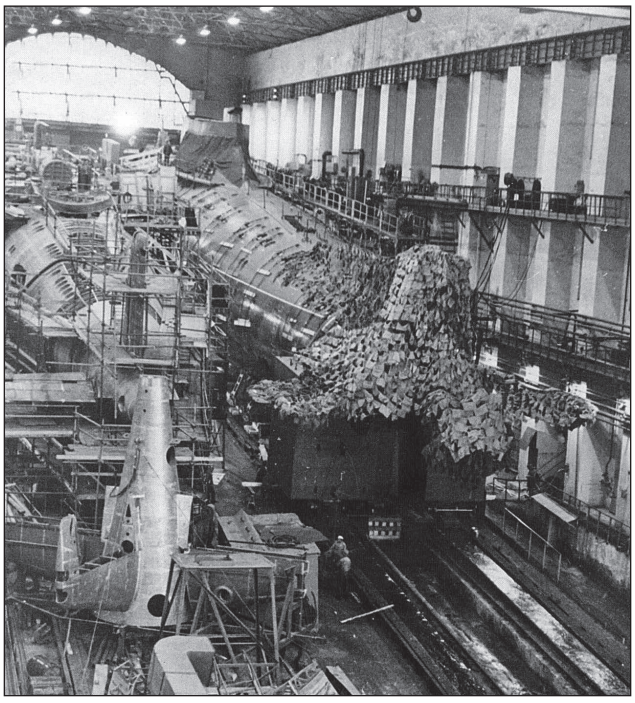


16. ábra. Építés alatt a K–64 Leningrádban, az Admiralitás Hajógyár Szudomeh üzemében

A leendő legénység már az építés kezdete előtt 5 évvel megalakult. A tengeralattjáró – vízre bocsátása után – 1970. november 13-án hajózott először. Ekkor demagnetizálásnak vetették alá, mert a titán magas aránya ellenére acélötvözetet is tartalmazott. A gőzrendszerben már a következő év július 4-én meghibásodás történt, novemberben pedig az egyik primerköri ágban megfagyasztották az eutektikumot a mólónál álló hajón. A K–64-es első merülését november 23-án kísérelték meg, de rettentő kínos módon a felszínen maradt minden tartály elárasztása után is. A tengeralattjárónak ezért vissza kellett térnie és gyári szintű beavatkozással szilárd ballasztot vett fel. 1971. december 16-án a K–64 elsőként alkalmazott víz alól indított RPK–2-es rakétafegyvert, ami ezt követően az év utolsó napján állt rendszerbe. A Szovjet Haditengerészet, Északi Flotta 3. Tengeralattjáró Hadosztályának 1. Flottillájába beosztott hajó a Zapadnaja Lica *(Западная Лица)* támaszponton állt szolgálatba Alekszandr Sz. Puskin első osztályú kapitány parancsnoksága alatt.

Nem sokkal szolgálatba állását követően, 1972 februárjában a K–64 reaktora újra meghibásodott. Már 1970-től észlelték, hogy a nedvesség az egyik gőzfejlesztő hibás

* Fizikus (MSc). ORCID: 0000-0002-1005-6951



17. ábra. Befejezés előtt a K–64-es tengeralattjáró (mellette a K–316-os). Az álcaháló a kémműholdak miatt került a hajóra

nikkeltömítése, illetve számos, nem megfelelő hegesztési varrat miatt szivárog. Emiatt az egész reaktorteremben az előírtnál nagyobb volt a páratartalom, de a kompakt felépítés miatt nem javították a hibákat. A lecsapódott nedvesség vízcseppeket hozott létre a különböző burkolatokon és szigeteléseken. A klórt is tartalmazó anyagokból készült alkatrészek klórtartalma beleoldódott a vízcseppekbe. A víz folyamatosan az ausztenites acélból készült, magas hőmérsékletű primerköri vezetékekre csöpögött, amelyek a klór hatására korrodálódni, majd repedni kezdtek. A korabeli dokumentum szerint ezt a jelenséget észlelve eldöntötték, hogy kivágják a hajóból a reaktort, de jelentős hűtőközegvesztésről vagy balesetről nem adtak hírt. A kivizsgáláskor megjegyezték még, hogy hasonló esetek előfordultak nyomottvizes reaktorok esetében is.

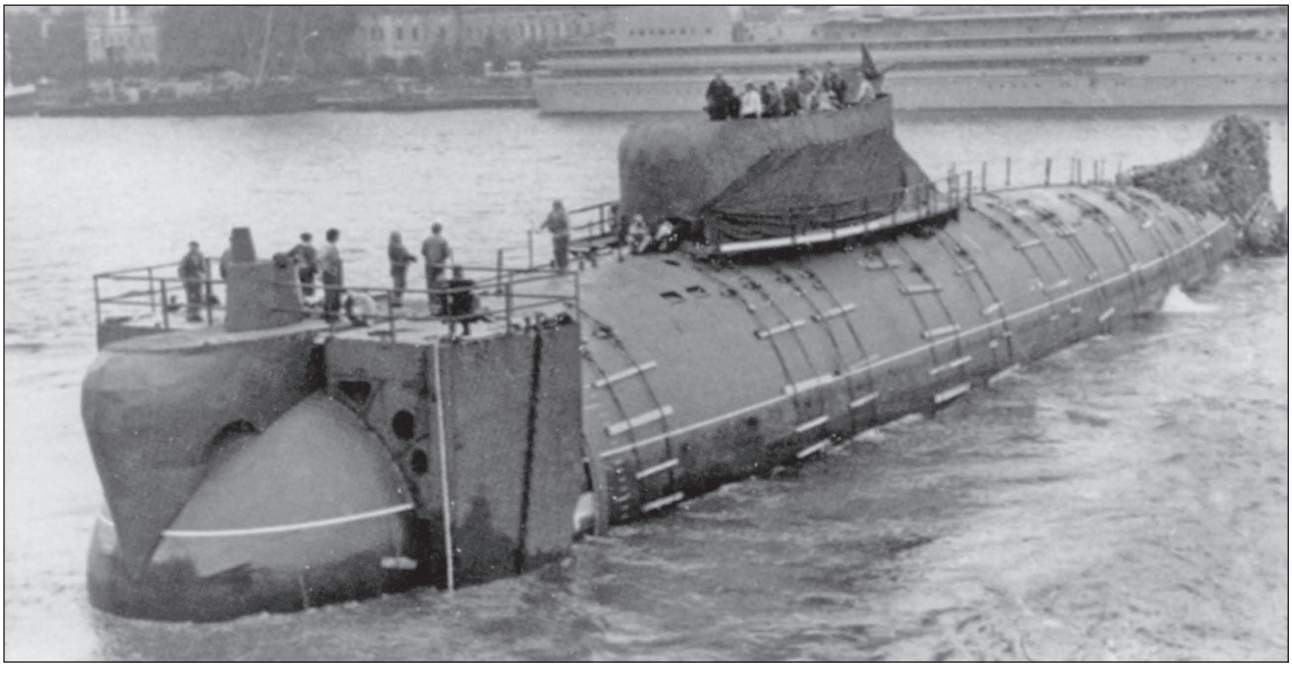
A történtek miatt a hajót ki kellett vonni a flotta állományából, sőt, az egész programot felfüggesztették. A reaktorral történt üzemzavar mellett a K–64-esen a túl ridegnek bizonyult titán gyakran megrepedt, de a hegesztések sem bírták az igénybevételt. Nyilvánvalóvá vált, hogy a reaktorhiba mellett komoly tervezési és gyártási problémák is adódtak.

Mivel a hajó javíthatatlan állapotba került, a reaktor szekcióját Szeverodvinszkben, a Zvezdocska gyárban kivágták, az elülső részt pedig – elsősorban a vezérlőterem demonstrációs felhasználása miatt – oktatási segédeszközként Leningrádba vitték. A reaktort ideiglenesen konzerválták, és a maradék rekeszekkel együtt a gyárban tárolták. A szovjet tengerészek között gyorsan megszületett a vicc, amely szerint a maga 700 km-ével, a K–64 a világ leghosszabb tengeralattjárója... Ez a kétes dicsőség 1978-ig illette meg, mert addigra a leningrádba szállított rész rendszerei teljesen elhasználódtak, tönkrementek a kiszerelhető eszközöket pedig beépítették a testvérhajókba. A legénységet hivatalosan csak az év végén oszlatták fel, azaz a K–64-esnek 15 évig volt külön személyzete, akik mindösszesze 2 hónapot szolgáltak a hajón.

A K–123-AS TENGERALATTJÁRÓ

Az általában másodiknak elkönyvelt Lira a 705K altípus első példánya, a K–123-as volt. Ez a tény a szolgálatba állítás időpontja szerint igaz, valójában azonban a Szevmasnál fél évvel a K–64-es előtt, 1967. december 29-én kezdtek hozzá építéséhez. A hajó BM–40A reaktorral épült, de nem az OK–550 helyett választották ezt a típust – okul-

18. ábra. Feltehetően ez fotó is a K–64-esről készült. Az orrát pontonokkal vették körbe, hogy a műholdakkal készült képeken a Projekt 641 (Foxtrot) dízel-elektromos tengeralattjáróhoz tegyék hasonlatossá. Ezt az osztályt ugyanis korábban nagy számban gyártották a leningrádi hajógyárban





19. ábra. A K–123 vontatás közben, nem sokkal a reaktorbaleset követően. A fotót az ALTAJ (*Алтай*) vontatóhajóról készítették

va a rossz tapasztalatokból –, hanem párhuzamos fejlesztésként. A Gidropressz gyártmánya egy fokkal talán korszerűbb erőforrás volt, ami nyilván a Projekt 645-össel szerzett tapasztalatoknak is köszönhető. A Szevmasnak hiába volt nagyobb tapasztalata a titánnal és az SSN-ekkel, az építés nem haladt jól. 1972-ben, a K–64-es reaktorbalesete után a munkákat közel két évre leállították. Csak ’74 áprilisában indult újra a tengeralattjáró építése, majd két évre rá, április 4-én elkészült a hajó. Felszerelését követően a 105-ös gyári számú egység 1977. december 12-én, az újonnan alakított 6. hadosztály 1. flottillájában állt szolgálatba.

A K–123-as, amely a K–64-es mellett a legeseménydúsabb pályafutást könyvelhette el, 1979. március 17-én vált teljesen bevethetővé, akkortól állt készenlétben. A hajó elsősorban gyakorlási céllal őrjáratozott, de ahogyan az eredeti koncepció szólt, „elfogóként” inkább a kikötőben állt kifutási parancsra várva. Szeptemberben a K–123-assal végezték az osztály mélymerülési tesztjeit a Norvégtengeren 400 m-ig, majd 1980 és ’81-ben is „kiváló” minősítéssel tett egy-egy kiképző utat – előbbit a sarkvidéken. 1981 áprilisában az Észak-81 *(Север-81)* hadgyakorlaton, másik két Lira társaságában (K–432 és K–373) vett részt, és ezúttal is a kiváló hajó minősítést kapta. A tengeralattjárót – nemcsak a gyakorlaton, hanem az év során nyújtott teljesítménye alapján – a Vörös Zászló érdemrenddel kitüntetett Szovjet Északi Flotta kiváló harci egységének nyilvánították. Szeptemberben műszaki állapota miatt azonban egy hónapra tartalékba került. Decemberben A. U. Abbaszov első osztályú kapitány, aki az egység első parancsnoka volt, a szolgálatba állításban játszott szerepéért megkapta a megtisztelő Szovjetunió Hőse kitüntetést, míg a legénység más tagjai kisebb érdemérmeket vehettek át.

1982. április 8-án a K–123-ast súlyos reaktorbaleset érte. A szekunder köri oldalról, a nem megfelelő vízkémiai paraméterek miatt nagymértékben korrodáltak a gőzfejlesztők. Ennek oka, hogy a rezet is tartalmazó ioncserélő szűrőkből a réz lassan bejutott a vízbe, és a gőzfejlesztők perlitacél hőátadó csöveiben elektrokémiai korróziót idézett elő. Ezek a csövek a gőzfejlesztő leginkább terhelésnek kitett részei. A (táp)víznek minden reaktorban rendkívül tisztának kell lennie, hogy korróziót okozó részecskéket ne tartalmazzon, és ha korróziós termékek keletkeznek az üzemelés során, azokat el kell távolítani. Köznapi értelemben ez a víz igen lágynak is nevezhető.

A K–64 esetéhez hasonlóan, itt is elrepedtek a csövek, ezúttal azonban a gőzfejlesztőn belül. A 70 baros szekunder köri víz emiatt bejutott a kisebb nyomású primer körbe. (A szekunder kör mindig magasabb nyomású, hogy ilyen esetben ne a rendkívül radioaktív primer közeg jusson ki először.) A probléma – bár igen súlyos volt – még így is kezelhető lett volna, ha jól működik a túlnyomásvédelmi rendszer. A bejutó víz elválik az eutektikumtól, hiszen pillanatok alatt elforr. A szakemberek felkészültek erre a problémára, ezért rendelkezésre állt egy vészhelyzeti kondenzátor, amellyel a vizet lecsapathatták, majd eltávolíthatták a primer körből. Az operátor a műszereken keresztül látta, hogy folyamatosan telik a kondenzátor, ezért időnként leengedte azt egy külön tartályba. Ismeretlen okokból egy idő után a műveletet nem ismételték meg, ezért a kondenzátor teljesen megtelt, ami megakadályozta az üzemszerű működését. Emiatt gőz került az eutektikum keringési útvonalába, és az egyik – elvileg főkeringető – szivattyú feletti térben felhalmozódott, majd egy nyomásmérőn áttörve, újabb csőtöréseken át kinyomta az eutektikumot a reaktorterembe. A kezelési utasítások szerint a nyomásmérőnek kizárt állapotban kellett volna lennie; bár ezzel együtt előbb-utóbb a primer közeg valahol utat talált volna magának a gőznyomás miatt. A kiömlő közeg – egyes források szerint 2 t – súlyos sugárveszélyt okozott, elsősorban Po-210 tartalma miatt, de ekkor már megfelelően járt el a személyzet, és a későbbi mintavételek alapján a polóniumra vonatkozó sugárterhelési korlát 10%-át egyikük sem érte el. Figyelemre méltó, hogy a vizsgálatok szerint a reaktort meg lehetett volna javítani. Azért döntöttek mégis a csere mellett, mert a gyártás során eleve nem megfelelő minőségű csővezetékeket építettek be, így az élettartamot mindenképpen korlátozni kellett volna kb. 3 évre. Ez a súlyos baleset megfelelő indok volt a teljes cseréhez.

A történtek miatt már április 16-án tartalékba helyezték a tengeralattjárót, majd a következő év október 6-ától kezdve javítás alatt állt. Amíg a K–64 a „leghosszabb szovjet tengeralattjáró” címet érdemelte ki, addig a K–123 a „legtovább javítás alatt álló szovjet-orosz hadihajó” elismerést kapta: a dekontaminálás után 1983. október 6-án kezdték meg a munkákat, amelyek csak 1992. augusztus 27-én értek véget. Vagyis 9 évet vettek igénybe! Közben, június 3-tól már B–123-asra változott a hajó neve, ami az атомную большую подводную лодку – vagyis „nagy” atomtengeralattjárót jelentett, és a többi SSN-nel együtt lett K helyett B a számuk előtagja. A javítás során a B–123-asba új, nyomottvizes reaktor került, amely több, teljes meghajtórendszernek is az alapja volt. Mivel a Projekt 671 SSN-ek három alosztályának VM–4/OK–300, illetve VM–4A/OK–300A típusú hajtóműve volt, talán ezek közül került ki a B–123 új egysége is. Ugyanakkor a korszerűbb OK–300A a 671RTM osztályú hajókon is csak 75 MW hőteljesítményt adott le, azaz felét a BM–40A-nak. Ez egyértelműen hátrányosan érintette az átépített egység képességeit.

A hajó hadrafoghatósága érdekében 1992 és ’95 között ismét gyakorlatozott. Ennek során 1994. március 5-én egy vontatóhajóval ütközött, majd a felszínre kellett emelkednie. A B–123-ast – az utolsó Projekt 705(K)-ként –, 1996. július 31-ével végleg kivonták a flottától.

(A felhasznált irodalom jegyzékét a cikk befejező részében közöljük.)

(Folytatjuk)

(Illusztrációk a szerző gyűjteményéből.)



1. ábra. A Pandur EVO első prototípusa távirányítású fegyverállvánnyal és 12,7 mm-es nehézgéppuskával (Fotó: HBF/Trippolt)

*Vincze Gyula**

A Pandur Evolution páncélozott szállító harcjármű fejlesztése

Az Az Osztrák Szövetségi Hadsereg (Österreichisches Bundesheer) vezetése 2016 decemberében írta alá a szerződést a General Dynamics European Land Systems – Steyr GmbH-val (továbbiakban GDELS–Steyr) 105 millió euró értékben 34 db Pandur Evolution 6×6 kerékképletű (továbbiakban Pandur EVO) páncélozott szállító harcjármű 2020-ig történő legyártásáról és szállításáról. (A Bundesheer fontos piac a Bécs-simmeringi székhelyű GDELS-Steyr számára.) Az első prototípust – más járműtípusokkal együtt (Dingó 2A3, Dingó 2A4) – az osztrák védelmi minisztérium 2018. júniusban, Bécsben mutatta be a nyilvánosságnak.

Miután befejeződtek a Pandur EVO prototípusának ballisztikai, akna-, repesz- és IED-védettségi tesztjei, 2019. január hónapban a GDELS–Steyr csapatpróbára átadta az első öt harcjárművet a stájerországi Strass helyőrségben az osztrák 17. vadász zászlóalj számára. A zászlóalj a projektcsapat tagjaként, annak indulásától kezdve együttműködött az új koncepció kialakításához szükséges alkalmazói követelmények összeállításában. A legfontosabb követelmények között szerepelt a magas szintű ballisztikai és akna elleni védelem, az elektronikus architektúra javítása, valamint a C–130 Hercules szállító repülőgépekkel történő szállíthatóság biztosítása.

Osztrák katonai szakportálok szerint a Pandur EVO koncepciót több tényező is motiválta. Egyfelől a kor műszaki színvonalának megfelelő ballisztikai és aknák elleni védelem (különös tekintettel az IED-ek elleni védelemre, és az erők megóvására), másfelől a jármű deszant terének bővítése, a 3 fős személyzeten felül 8 lövészkatona befogadására való alkalmassá tétele. A helyigényt biztosítandó, a jármű döntött oldalfalait meredekebbre, szinte merőlegesre változtatták. A kétszárnyas hátsó ajtó helyett a jármű új hidraulikus hátsó rámpát kapott, megkönnyítve a „harcjárműre, illetve harcjárműről szállás” végrehajtását.

ÖSSZEFOGLALÁS: A GDELS–Steyr GmbH Pandur EVO 6×6-os kerékképletű páncélozott szállító harcjárműve a Pandur harcjárműcsalád új fejlesztésű tagja. Kiváló mobilitása – kompakt járműmérettel, ballisztikai védelemmel és újonnan fejlesztett, függetlenített közbenső padlós aknavédelemmel kombinálva – kategóriájában a magas túlélőképességet biztosító harcjárművek közé sorolja.

KULCSSZAVAK: GDELS–Steyr, Pandur EVO 6×6, páncélozott szállító harcjármű, ballisztikai- és akna elleni védelem, robbanásérzékelő- és hatáscsökkentő rendszer, ABV-védelem, távirányítású fegyverállvány, 360°-os körkörös járművezetői figyelőrendszer.

ABSTRACT: The 6×6 wheeled armoured personnel carrier Pandur EVO manufactured by the GDELS-Steyr GmbH is the recently developed member of the Pandur fighting vehicle family. Combined with compact vehicle dimensions, ballistic protection and independent mid-floor anti-mine protection makes it one of the high-survivability combat vehicles in its category.

KEY WORDS: GDELS-Steyr, Pandur EVO 6×6, armoured personnel carrier, ballistic and anti-mine protection, explosion detection and effect reduction system, ABC protection, remotely controlled weapon platform, 360 degree driver's surround view monitoring system

* Nyá. mérnök alezredes. ORCID: 0000-0002-3732-4573

DOI: 10.23713/HT.54.1.06



2. ábra. Új hidraulikus hátsó rámpa segíti a lövészkatonák gyors be- és kiszállását (Fotó: HBF/Trippolt)

A Pandur EVO a Bundesheerben 1996-ban rendszeresített és többször korszerűsített (többek között Elbit lézeres fenyegetésérzékelő és figyelmeztető rendszerrel ellátott), 6×6-os járműverzió legújabb modifikációja. Inkább új fejlesztést jelent, mint modernizálást. Általános elrendezése megegyezik a Haditechnika 2017/1. számában már bemutatott bázisváltozattal, ahol a vezető balról, a dízelmotor jobbról, a deszanttér hátul kapott helyet. A futómű-konfiguráció – a 6×6-os változatok logisztikai megegyezősége (családelvűsége és a csereszabatossága) megőrzésének érdekében – változatlan maradt.

Erőforrása egy Cummins ISLe 450 típusú, elektronikus vezérlésű, hathengeres soros elrendezésű, központi befecskendezéses, 8,9 l-es 335 kW (2200/min fordulatszámon) teljesítményű dízelmotor. Csúcsnyomatéka 1627 Nm (1300/min fordulatszámon). Ez a kifejezetten katonai célokra fejlesztett motor hajtja a nyugaton gyártott hasonló típusú harcjárművek 70%-át. Üzemanyaga gázolaj vagy kerozin (F34). A jármű magas maximális motorteljesítménye (335 kW) és viszonylag alacsony harci tömege (18,3 t) körülbelül 18 kW/t teljesítmény/tömegarányt eredményez. A 18 kW/t érték megfelel a világ egyik legjobb harckocsija, a Leopard 2-es teljesítmény/tömegarányának.

A motor által leadott hajtóerő egy elektronikusan vezérelt, hatsebességes automata (hat előre- és egy hátrameneti fokozatú) ZF Ecomat nyomatékváltóba kerül. A váltó részét képezi egy elektronikusan szabályozható retarder egység, amely hatékonyan segíti a jármű lassítását lejtmenetben. A váltót összekapcsolták egy – összkerékhajtást biztosító – GDELS VG1400 osztóművel, amely lehetővé teszi az országúti és a terepfokozat közötti szinkronizált váltást. A művelet végrehajtásához nem szükséges megállni, menet közben is végrehajtható. Az ADM (Automatic Drivetrain Management System) automata hajtásláncvezérlés a terephez igazodva a kerékkipörgési és kormányzási szögértékek, valamint a gáz- és fékpedál helyzete alapján automatikusan be- vagy kiiktatja az összkerékhajtást. A jármű terepjáró képessége – a menet közben működtethető CTIS (Central Tire Inflation System) központi abroncsnyomás-szabályzó rendszert az ADM-mel együtt alkalmazva – meghaladja a harcjárművek átlagát. A futómű hat gumiabroncsában a levegőnyomás a terepviszonyoknak megfelelően egyszerre, vagy tengelyenként külön-külön szabályozható. Defekt esetén run-flat (defekttűrő) gumiabroncsok és vészfutó-gyűrűk biztosítják, hogy a járművek csökkentett sebességgel egy meghatározott távolságig továbbra is mozgóképesek maradjanak. A végsebesség műúton 105 km/h, tartós legnagyobb sebesség 95 km/h. Az üzemi fék ABS blokkolásgátló rendszerű, belülről hűtött kétkörös tárcsafék. A fokozott villamos energiaigényt biztosítandó, a Pandur EVO-t a német Niehoff cég generátorával is ellátták.

A vezetést az Elbit Systems 360°-os, körkörös figyelőrendszere segíti, amelyet először építettek be kerekes páncélozott harcjárműbe. A rendszer lehetővé teszi a jármű kamerák segítségével történő vezetését. A teljes rendszer hét nappali és éjszakai kameracsoportból áll, közülük a vezető szabadon választhat. A kameramodulok vízszintes látótere 83°, függőleges látómezeje körülbelül 60°. Saját monitorán a járműparancsnok és a toronylövész is figye-

3. ábra. Pandur EVO menetoszlop egy csapatpróbán (Fotó: HBF/Trippolt)





4. ábra. Az ELBIT cég járművezetést segítő 360°-os figyelőrendszerének monitora (Fotó: HBF/Trippolt)

lemmel kísérheti a terepet. A rendszer video-mozgásérzékelő funkcióra is képes.

A Pandur EVO megnövelt moduláris ballisztikai, akna, repesz és IED elleni – NATO STANAG 4569 szabvány szerinti – védelmét innovatív hegesztett páncéltest biztosítja, függetlenített közbenső padlóval, a padlózattól elválasztott függesztett aknaálló ülésekkel, valamint robbanásérzékelő és hatáscsökkentő rendszerrel. A páncéltest ballisztikai védettsége tovább növelhető a német IBD Deisenroth Engineering cég kiegészítő páncélkészletének adaptálásával. A páncélzat esetleges átütésekor aktiválódó robbanáselfojtó rendszer megakadályozza az üzemanyag vagy a hidraulikafolyadék stb. robbanásszerű reakcióját.

További védelemnövelő eszköz lehet a távirányítású IED-ek elleni CVRJ (CREW Vehicle Receiver / Jammer) járműbe építetett elektronikai zavaró-rendszer. A CVRJ képes az elektromágneses környezet folyamatos felderítésére, a rádiófrekvenciás veszélyforrások érzékelésére és zavarására, többek között az IED eszközök robbanása mobiltelefon által történő kiváltásának megakadályozására. A Pandur EVO védelmét a 360°-os, körkörös látó- és figyelő kamerarendszer, valamint az ABV szűrő- és szellőztető berendezés teszi teljessé.

A jármű Elbit ORCWS–M (Overhead Remote Controlled Weapons Station-Multi) elektromos távirányítású fegyverállványt kapott. A fegyverállvány különböző fegyverekkel, például M2NV 12,7 mm-es nehézgéppuskával, MG74 7,62 mm-es géppuskával, vagy 40 mm-es automata gránátvetővel, (opcionálisan 7,62 mm-es géppuskával és 40 mm-es automata gránátvetővel), valamint ködgránátvetőkkel szerelhető fel. A célfelderítést és -befogást biztosítandó, a fegyverállványt időjárás-független stabilizált elektrooptikai csomaggal, nappali kamerával, termikus éjjellátó kamerával, lézertávmérővel és keresőfénnyel látták el. Az ORCWS–M fegyverállvány kiegészítő funkciója az automatikus célkövetés, valamint a manuális működtetés áramkimaradás esetén. A fegyverállvány nagy tűzerőt, kiváló nappali és éjszakai megfigyelést és tüzelési lehetőséget nyújt, alkalmassá téve a Pandur EVO-t a városi harcra is. A géppuska működtetését a toronylövész a fegyverállvány terminájáról botkormánnyal (joystickkal) végzi, nem szükséges elhagynia a biztonságot nyújtó jármű belsejét.

5. ábra. Deszanttér hátulnézeti képe, függesztett aknaálló ülésekkel (Fotó: HBF/Trippolt)





6. ábra. 12,7 mm-es nehézgéppuskával szerelt Elbit/ESL ORCWS–M fegyverállvány (Fotó: HBF/Trippolt)



7. ábra. A célzást és a tüzelést a toronylövész a monitoron megjelenő kép alapján végzi (Fotó: HBF/Trippolt)

A Pandur EVO-k egymás közötti, illetve a járműveken belüli kommunikációs kapcsolatok biztosítására 30–88 MHz (opcionálisan 30–108 MHz) frekvenciatartományú, frekvenciaugrásos adásmódú erősítővel, 50 W teljesítményű – a Bundesheer CONRAD (Combat Net Radio) rádióhálózatához tartozó – legújabb generációs RT–9101A és CNR–710A, vagy Tadiran CNR–9000 és PNR–500AT járműfedél-

1. táblázat. A Pandur EVO főbb műszaki paraméterei

Gyártó	General Dynamics European Land Systems – Steyr GmbH
Típus	Pandur 6x6
Hajtásmód	6×4 és 6×6
Járműkategória	Páncélozott szállító harcjármű
Személyzet	3 fő személyzet és 8 fő lövészkatona
Tömegadatok	
Saját tömeg (ballisztikai védelem és személyzet nélkül)	15 000 kg
Összes tömeg	19 000 kg
Harci tömeg	18 300 kg
Méretek	
Teljes hosszúság	6500 mm
Teljes szélesség	2670 mm
Magasság	2182 mm (+/- 30mm)
Hasmagasság	410 mm (+/- 30mm)
Lépcsőmászó képesség	500 mm
Erőforrás	
Erőforrástípus	Hathengeres Cummins ISLe 450 dízelmotor
Nyomaték	1627 Nm 1300/min fordulatszámon
Teljesítmény	335 kW 2200/min fordulatszámon
Erőátvitel	
Sebességváltó	Elektronikus vezérlésű automata sebességváltó retarderrel, 6 előre és 1 hátra fokozattal
Osztómű	GDELS VG 1400 kétfokozatú osztómű
Képességek	
Maximális sebesség közúton	105 km/h
Tartós legnagyobb sebesség közúton	95 km/h
Emelkedő-leküzdő képesség	60%
Lejtőleküzdő képesség	40%
Hatótávolság	650 km
Árokáthidaló képesség	1,1 m
Gázlóképesség	1,5 m
Vasúti szállíthatóság	Igen (STANAG 2832 szerint)
Közúti szállíthatóság	Igen (25 t-s trélerrel)
Légi szállíthatóság	Igen (C–130 Hercules szállító repülőgéppel)
Védelem	
Moduláris ballisztikai védelem, STANAG 4569 szerinti akna- és IED-védelem, padlózattól elválasztott aknaálló ülésekkel, ABV-védelem, és tűzvédelem automata oltóberendezésekkel.	
Opcionális felszerelések	
Ügyfélspecifikus C4ISR (Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance) vezetési és felderítési szakterülethez kapcsolódó valamennyi rendszer; vonófej-csatlakozókészlet, csörlő és 360°-os kamerakészlet.	



8. ábra. Tadiran CNR–9000 információvédett rádió adó-vevő
(Fotó: HBF/Trippolt)

zeti rádiók, illetve a Cobham AN (VIC–3 ROVIS) jármű intercom rendszerek szolgálnak. A Bundesheer CONRAD rádiókommunikációs rendszere high-tech technológia, amelyet információvédett beszéd- és adatkommunikációs képesség, felhasználóbarát kezelés, és magas fokú flexibilitás jellemez.

A háromtengelyes Pandur EVO változat kedvező manőverező képessége a 8×8 kerékképletű páncélozott harcjárművekkel szemben erdős-hegyes terepen elvitathatatlan. Védettségét közvetve befolyásolja kis fizikai mérete, hosszúsága, szélessége és magassága. A kisebb méretű jármű nehezebben deríthető fel, könnyebben foglalhat fedezéket, és nehezebben vehető célba optikai irányzékú fegyverekkel. A Bundesheer 34 db-os Pandur EVO megrendelése arra utal, hogy az Osztrák Szövetségi Hadsereg a meglevő 71 db-os Pandur 6×6-os flottáját növelni kívánja. Elképzelhető, hogy a további megrendelések tartalmaznak majd nehézfegyverzetű, sebesültszállító és harctéri kommunikációs felszereltséggel rendelkező járműveket is.

A Pandur EVO kétségkívül az osztrák fegyveres erők legmodernebb, sokoldalúbb és legjobban védett kerekes páncélozott harcjárműve.

(Illusztrációk a szerző gyűjteményéből.)

Források

GENERAL DYNAMICS European Land Systems: Wheeled Armored Vehicle PANDUR 6×6;

Mönch Publishing Group. „Eurosatory 2018: GDELS & Austria Detail PANDUR” Letöltve: 2019. 11. 14. https://www.monch.com/mpg/news/land/3670-euro-gdels-8.html;

Hubert, Norbert. „Das Arbeitstier” Letöltve: 2019.11.14. https://www.truppendienst.com/themen/beitraege/artikel/das-arbeitstier/;

Pandur EVO - Doppeladler.com fórumtopik. Letöltve. 2019. 11. 14. https://www.doppeladler.com/da/forum/viewtopic.php?t=58&start=150;

BMPD. „Первый бронетранспортер Pandur EVO” https://bmpd.livejournal.com/3231384.html;

Military Leak. „Austrian Army Pandur Evo 6×6” Letöltve 2019. 11. 14. https://militaryleak.com/2019/01/25/austrian-army-pandur-evo-6x6/;

Army Guide. „PANDUR EVO” Letöltve: 2019. 11. 14. www.army-guide.com/eng/product6001.html;

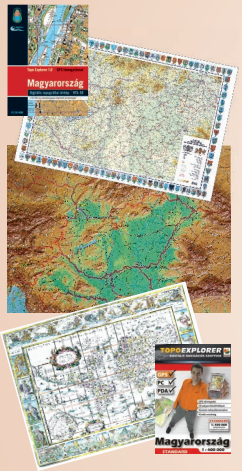
M. M. „Austrian Pandur projects progression” – Below The Turret Ring https://below-the-turret-ring.blogspot.com/2017/06/austrian-pandur-projects-progression.html;

Unser Heer. „Bundesheer modernisiert Mannschafts-transportpanzer „Pandur”” letöltve: 2019. 11. 14. www.bundesheer.at/cms/artikel.php?ID=7632;

Doppeladler.com. „Projektstart Pandur EVO” www.doppeladler.com/da/news/projektstart-pandur-evo/.

HM Zrínyi Térképészeti és Kommunikációs Szolgáltató Közhasznú Nkft.

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



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

ÜGYFÉLSZOLGÁLAT ÉS TÉRKÉPBOLT:
1024 Budapest II., Fillér u. 14.
☎ +36 (1) 212-4540 • ugyfelszolgalat@topomap.hu
Nyitva tartás: hétfő–péntek 9.00–15.00

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

NYOMDAI GYÁRTÁSELŐKÉSZÍTÉS: ☎ +36 (1) 336-2035

*Horváth Attila**

Kína űrfegyverkezési kísérletei II. rész

A kötelékrepülést végző műholdelhárító fegyverek jellegzetességei, és hasonlóságuk a polgári orbitális kiszolgálási műveletekhez

A cikksorozat I. részben tárgyalt, közvetlenül célra repülő rendszerektől eltérően a kötelékrepülést végző műholdelhárító rendszerek orbitális pályára állnak, űrrandevút hajtanak végre, és rövidebb-hosszabb ideig a megtámadott űreszköz közelében repülnek. A rövid, tömör magyarázatért célszerű az angol megnevezésük felé fordulni: Co-Orbital (CO).

A kötelékrepülést végző harci rész egészen máshogy fejti ki hatását, mint a közvetlenül célra repülő társa. Az eltérés már a hordozórakétánál megkezdődik: az nem egyszerűen a kívánt magasságba juttatja a harci részt, hanem biztosítja a Föld körüli pályára állást is. Ezt követően a harci rész maga is űreszközzé válik. A harci rész az égi mechanika törvényeit követve végrehajt egy űrrandevút (angol kifejezéssel Rendezvous and Proximity Operations – RPO) a megtámadott műholddal. A saját stabil orbitális pályájáról letérve, egy transzfer manőverrel átáll a célpont pályájára úgy, hogy annak közvetlen közelébe érkezzen és ott stabilizálja magát. A közelség pontos mértéke a harci rész hatásmechanizmusától függ, ugyanis kötelékrepülés során nem kizárólag az ütközéssel való megsemmisítésre van lehetőségünk. Az űrrandevút követi az együtt repülés szakasza, amikor a harci rész fenntartja (vagy a kívánt hatás eléréséhez szükséges mértékben növeli/csökkenti) a kialakított távolságot, és leköveti a célpont relatív elmozdulását (legyen az természetes eredetű perturbáció [zavarás] vagy manőver). Az együtt repülést követően a harci rész kifejtheti végzetes hatását a célpontra, vagy akár (amennyiben rendelkezik a szükséges manőverezési képességgel) újabb transzferbe kezdhet a következő célpontja felé.

A harci rész által kifejtett hatások igen széles spektrumúak lehetnek. Mivel a kötelékrepülés időben sokkal hosszabb ideig tarthat, mint a közvetlen célra repülés, és a két űreszköz relatív elmozdulása is kisebb és jól kontrollálható, ez az időszak kifejezetten jól használható hírszerzési feladatokhoz. A megtámadott űreszköz fényképezhető, vagy egyéb szenzorokkal vizsgálható, közvetlen közelről. Ezzel annak képességei, technikai jellemzői valós működése közben vizsgálhatók.

A következő, már támadó, de még mindig nem destruktív hatás az elektronikai zavarás. Mivel ez is közvetlen közelről zajlik, sokkal nehezebb kivédeni, kiszűrni, mint a Földről érkező hasonló zavarokat. Lehetőség van nagyobb teljesítménysűrűség, vagy akár ionizáló sugárzás (pl. röntgensugárzás) kibocsátásával irányított energiájú fegyverrel való támadásra is.

Természetesen a támadó harci rész kinetikus energiájú fegyverrel is támadhat, gyakorlatilag „rálőve” a célpontra. Ez már nagy valószínűséggel végzetes megsemmisítő hatást fog kifejteni, de ha jól céloz a támadó, akkor a törmelékképződés minimális lesz (pl. egy távközlési műhold kiiktatható az erősítők vagy a tápvonalhálózat megrongálásával anélkül, hogy a robbanásveszélyes műholdelemek sérülnének).

A kötelékrepülést végző harci rész megfelelő fogószerkezettel ellátva képes fizikailag hozzákapcsolódni a megtámadott műholdhoz. Ekkor az előző bekezdésben leírt kiiktatás még nagyobb pontossággal hajtható végre, vagy akár a harci rész el is tudja mozdítani (orientációs, vagy akár transzlációs manőverekkel) a célpontot. Ennek természetesen előfeltétele, hogy a harci rész megfelelő tolóerejű hajtóművekkel rendelkezzen, amelyekkel le tudja győzni a célpont várható ellenkezését, de ezt adottnak tekinthetjük.

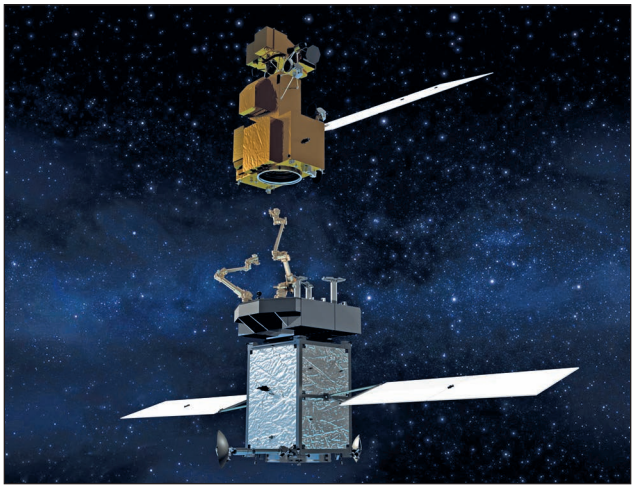
És végezetül a kötelékrepülést végző harci részek legnagyobb fenyegetése az, hogy mindezeket nem kell ténylegesen végrehajtaniuk ahhoz, hogy a célpontra hatást gyakoroljanak. Elég azt sugallni, hogy akár meg is tudnák tenni. Vagyis a harci rész egyszerűen együtt repül a célponttal, leköveti annak minden manőverét, nem tesz semmi támadó mozdulatot, csak „ott van”. Klasszikus „gengsztertaktika” ez, de hatásos. Ugyanis ebben az esetben a „megtámadott” űreszköz üzemeltetőjének döntenie kell:

- ha nem tesz semmit, akkor bármelyik pillanatban jöhet a csapás;
- ha „soft” lépéseket tesz, kommunikációs, diplomáciai eszközökkel, akkor a támadó ezt vagy letagadja, vagy magát helyezi az áldozat szerepébe, hiszen az ő űrtevékenysége nyilvánvalóan „békés célú, őt támadás kísérletével vádolni aljas rágalom”;
- ha manőverekbe kezd, akkor csökkenti az űreszköz hasznos élettartamát vagy szolgáltatás-minőségét, vagyis a támadó máris (legalább korlátozottan) célt ért;
- ha pedig „hard” eszközökkel lép fel a támadó rendszer ellen, akkor maga robbantja ki a konfliktust.

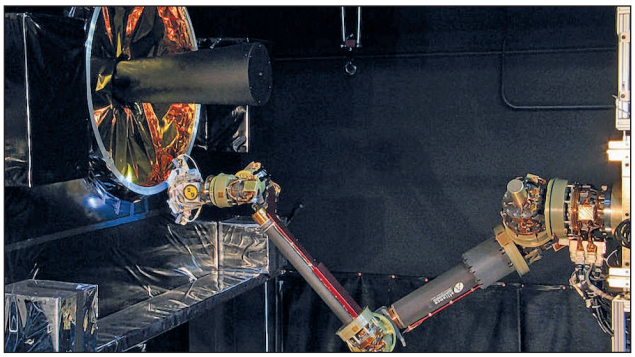
A kötelékrepülésnek, űrrandevúnak a polgári űreszközüzemeltetésben is nagy szerepet szánnak egyes gyártók, szolgáltatók. Az igen nagy anyagi értéket képviselő, a geostacionárius pályán keringő távközlési műholdakat ugyanis a legtöbb esetben azért vonják ki, mert elfogy az orbitális perturbációk hatását kiküszöbölő manőverezéshez szükséges hajtóanyaguk, illetve a kozmikus sugárzási környezet hatására lecsökken a napelemeik energiatermelő képessége. Maga a távközlési hasznos teher és az irányító rendszer még működőképes lenne, mégis el kell távolítani a bevételtermelő geostacionárius pozícióból a műholdat egy magasabb pályára, ahol passziválva elhagyott roncsként sodródik tovább, a feladatait pedig egy új műhold veszi át. Ehelyett gazdaságilag előnyös lenne, ha egy űreszköz megközelítené a műholdat, összekapcsolódna vele, és saját hajtóművével biztosíthatná a pályán tartást, saját energiatermelő rendszerével pedig a tápellátást. Ideális esetben olyan manőverező képességgel is rendelkezne ez az élettartamhosszabbító űrjármű, ami lehetővé teszi, hogy egy irányítás alól kikerült, kontrollálatlanul sodródó és

* Alezredes, kiemelt főtiszt MH Modernizációs Intézet. ORCID: 0000-0001-9768-5357

DOI: 10.23713/HT.54.1.07



5. ábra. A robotkaros elfogás békés célú alkalmazására példa a NASA által folytatott Restore–L program. Ennek során a Landsat–7 műhold élettartamának meghosszabbítása tervezett



6. ábra. A DARPA Robotic Servicing of Geosynchronous Satellites program keretében fejlesztett robotkar tesztje a Naval Research Laboratory-ban

forgó műholdat is be tudjon fogni és újból stabilizálva helyreállítani annak szolgáltatását.

Nem nehéz meglátnunk ennek a technológiának a veszélyességét. Hiszen, ha egy űreszköznek elegendő manőverezőképessége van egy ilyen befogáshoz és rendelkezik a fizikai összekapcsolódáshoz szükséges elemekkel is, akkor ugyan mi akadályozná meg, hogy a szemben álló fél kontrollált, stabil állapotban üzemelő műholdjával hajtsa végre ugyanezt? Természetesen ekkor a cél pontosan az irányítás elvétele, a stabil állapotból való kimozdítás, vagyis a kiiktatás.

Meg kell még jegyezni, hogy a kereskedelmi célú, űrrandevúra alapozott orbitális kiszolgálási tervek a geostacionárius pályára fókuszálnak, azonban sem elvi, sem műszaki akadálya nincs annak, hogy ezeket a műveleteket más műholdpályákon is végrehajtsuk. A kereskedelmi tervek kizárólag a gazdasági okok miatt nem foglalkoznak ezekkel.

Hasonló tervek az űrszemét eltávolítása érdekében is léteznek.

Kínai kötelékrepülési tesztek

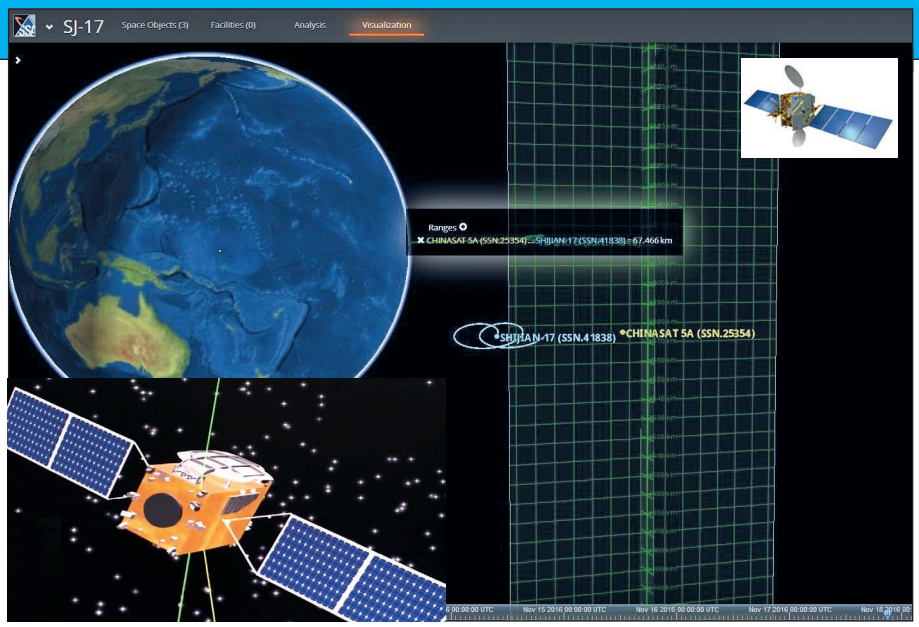
A 2010-es években Kína számos kötelékrepülési, megközelítési tesztet hajtott végre alacsony Föld körüli, és geostacionárius pályán egyaránt. A tesztekre nem mondható egyértelműen, hogy offenzív fegyveralkalmazási célú tartalmuk lenne. De az előző szakaszból látható, hogy egészen addig, amíg egy tényleges, ártó szándékú befogás meg nem történik, addig nem is lehet megkülönböztetni a békés célú és a katonai célú műveleteket.

Mind a négy művelet nagyon érdekes és elgondolkodtató (mondhatjuk úgy is, hogy aggodalomra okot adó) elemeket tartalmaz, ezért hasznos és szükséges áttekintenünk valamennyit.

A ShiJian–06F műholdat 2008-ban állították pályára egy Hosszú Menetelés 4B (CZ–4B vagy LM–4B) hordozórakétával, Közzétett alkalmazása az űrbéli környezet vizsgálata. Feltételezések szerint katonai célú, elektronikai felderítő műhold. A ShiJian–12 2010-ben indult egy Hosszú Menetelés 2D(2) rakétán, közzétett alkalmazása tudományos és technológiai kísérlet volt. 2010 nyarán az SJ–12 egy nagyjából 2 hónapon át húzódó manőversorozattal fokozatosan megközelítette az SJ–06F-et. Augusztus 19-én volt a legkisebb távolság, névlegesen 300 m, de az SJ–06F pályaadatainak változása arra utal, hogy a két űreszköz összeütközhetett (igen kis relatív sebességgel, törmelékképződés nélkül). A teszt során sikerült végrehajtani a megközelítéshez szüksé-

2. táblázat. Kína kötelékrepülési és megközelítési tesztjei 2010. június és 2019. január között

Időszak	Űreszközök	Röppálya	Tevékenység
2010. június – augusztus	SJ–06F SJ–12	kb. 600 km, 97,6°	SJ–12 megközelítette az SJ–06F-et, valószínűleg kis sebességű ütközés is történt.
2013. július – 2016. május	SY-7 CX-3 SJ-15 SJ–7	kb. 670 km, 98°	SY–7 egy kisebb űreszközt engedett el, amivel közösen manőverezett. CX–3 optikai megfigyeléseket végzett. SJ–15 más űreszközök megközelítéséhez szükséges röppályaváltoztatásokat végzett. SJ–7 passzív célpont volt a megközelítés során.
2016. november – 2018. február	SJ–17 YZ–2	35 600 km, 0°–4°	YZ–2 rakéta végfokozat nem hajtotta végre biztonságos eltávolodást a GEO térrésztől. SJ–17 jelentős manővereket hajtott végre a GEO térrészben és megközelített egy másik kínai műholdat.
2019. január	TJS–3 TJS–3 „AKM”	35 600 km, 0°	TJS–2 AKM levált a TJS–3-ról, és önállóan stabilizált repülésbe kezdett. A két űreszköz összehangolt kötelékrepülést végzett.



7. ábra. Az SJ–17 (bal alsó betétkép) manőverezése a ChinaSat–5A (jobb felső betétkép) megközelítéséhez

ges manővereket, és viszonylag stabil közelrepülési helyzetet kialakítani. A vélhetően nem szándékos összeütközés nem rontja ezt az eredményességet.

2013. július 19-én álltak pályára, egy Hosszú Menetelés 4C hordozóval, a ShiYan–7, ChuangXin–3 és ShiJian–15 műholdak. A küldetés hivatalosan közzétett célja ebben az esetben már egyértelművé tette, mi várható: „tudományos kísérletek az űreszközök karbantartásának technológiájával kapcsolatban”. Az SY–7 később egy kisműholdat engedett pályára, illetve a rákövetkező tesztekben egy korábban pályára állított műhold, az SJ–7 is érintett volt, így összesen 5 űreszköz alkalmazásával zajlott a küldetés, két csoportban.

Az első csoportba az SY–7 és a kisműhold egymás közelében történő manőverezése tartozik, ami 2013. október 18-án kezdődött (a kisműhold elengedésével), és több mint 2 éven keresztül zajlott. Eközben az SY–7 folyamatosan úgy manőverezett, hogy a két űreszköz közötti távolság legfeljebb kilométeres nagyságrendű maradjon, esetenként 100 m-es nagyságrendűre is lecsökkent, és a két űreszköz valószínűleg össze is kapcsolódott. Az SY–7 egy robotkart hordozott, amellyel megvalósítható volt a fizikai összecsatlakozás. Számos békés alkalmazása létezik ennek a technológiának, a Nemzetközi Űrállomás üzemeltetése során is gyakran alkalmazzák (a Dragon és a Cygnus teherűrhajók nem manővereznek egészen a dokkolásig, ellentétben a Progressz és ATV űrhajókkal, hanem csak megközelítik az űrállomást, kötelékrepülésbe kezdenek, majd a Canadarm2 megragadja őket és bemozgatja a dokkolócsatlakozóhoz). Ezzel egyidejűleg tagadhatatlan, hogy egy ilyen megfogási képességnek létezhet ártó szándékú alkalmazása is.

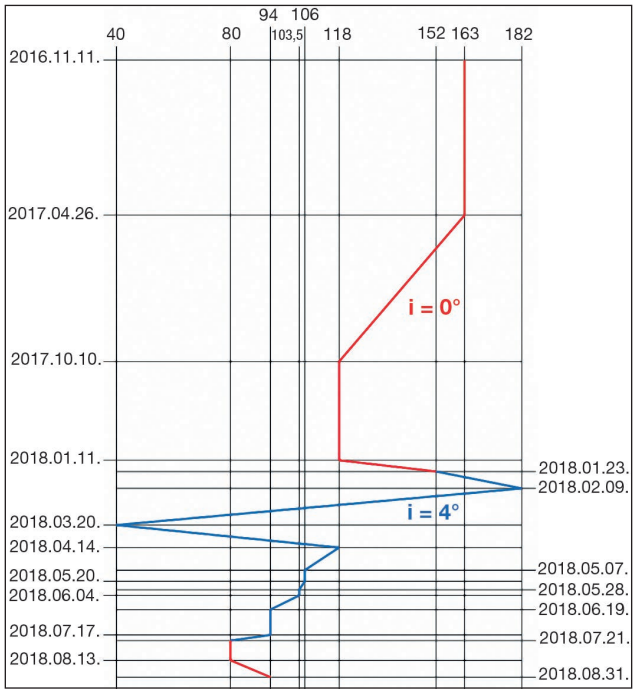
A második manővercsoportba azok a műveletek tartoznak, amelyeket az SJ–15 hajtott végre a CX–3 és az SJ–7 műholdakkal. Ez a sorozat 2013. augusztus 13-án kezdődött, amikor az SJ–15 megváltoztatta pályamagasságát, és elrepült a CX–3 közelébe, majd visszasüllyedt eredeti pályájára. Augusztus 16-án egy komplexebb manőverre került sor, ami a 100 km-es magasságváltoztatás mellett egy 0,3°-os inklinációváltoztatást (pályahajlást) is tartalmazott. Ennek eredményeként az SJ–15 megközelítette az SJ–7-et. 2014. április-májusban egy több szakaszból álló manőversorozattal az SJ–15 mind a CX–3-at, mind az SJ–7-et megközelítette. Ezt követően 2015-ben és 2016-ban több alkalommal változtatta pályáját az SJ–15 (mind magasságban, mind inklinációban), majd 2016. május 6-án újból a CX–3 megközelítése érdekében manőverezett.

A két művelet külön-külön is szignifikáns, együtt pedig jól mutatják, hogy a publikált célt teljes mértékben elérték. Képesek voltak nagyszámú és jelentős mértékű pályaváltoztatást végrehajtani (ami egyrészt azt jelenti, hogy az űreszköz rendelkezett megfelelő manőverezési sebességváltoztatási képességgel), másrészt képesek voltak végrehajtani a megközelítést és a fizikai összekapcsolódást a fogókar segítségével. Egy gyakorlatban működőképes űreszköz-karbantartási képességhez ennél több szükséges (hiszen valami hasznos munkát is végezni kell a megfogott műholdon), de ismét látni kell, hogy az ártó szándékú alkalmazáshoz a bemutatott képesség már éppen elegendő lenne.

Az alacsony Föld körüli pálya után 2016-ban Kína a geostacionárius és geoszinkron pályatartományban folytatta a kötelékrepülési feladatokat. November 3-án a Hosszú Menetelés 5 hordozórakéta első repülésével pályára állt az SJ–17 műhold. Pályára állítása során egy anomália lépett fel, a hordozórakéta YZ–2 végfokozata nem hajtotta végre a geostacionárius pályán történő ütközés veszélyét csökkentő manővert. Ez tekinthető egyszerű üzemzavarnak.

Az SJ–17 tevékenysége azonban egészen más. November 10-11-én az űreszköz megközelítette a ChinaSat–5A távközlési műholdat, a keleti hosszúság 163° közelében stabilizált kötelékrepülésbe kezdett, majd ezt követően 50-100 km távolságot tartva körberepülte, néhány kilométerre megközelítette, végül visszaállt az 50-100 km távolságra.

8. ábra. Az SJ–17 mozgása a geostacionárius pálya környezetében. Függőlegesen az idő, vízszintesen a műhold pozíciója az Egyenlítő felett, keleti hosszúság



A következő szakasz 2017. április 26-án kezdődött, amikor az SJ–17 elindult nyugati irányba, és júniusra 125°-ig sodródott. Itt megállt, majd szeptember 29. és október 10. között még 7°-ot mozgott nyugatra, és ott ismét megállt. Ezt követően keleti irányba indult.

A pályasíkon való kelet-nyugati irányú mozgás mellett az SJ–17 inklinációváltoztató manővereket is végrehajtott, először 4°-os hajlásszögű pályát alakítva ki, majd később ebből ismét az Egyenlítő síkjába simuló pályára áttérve. Ezzel egyértelművé tették, hogy a geostacionárius-geoszinkron térrész minden dimenziójában szabadon képesek manőverezni.

Az SJ–17 teljes manőverezését a *8. ábra* foglalja össze. Az ábrán az időpontok közötti távolságok arányosak, így könnyen felmérhető a végrehajtott manőverek intenzitása is.

A 2. táblázatban utolsóként szereplő küldetés 2018. december 23-án kezdődött, amikor a Tongxin Jishu Shiyan 3 műhold a geostacionárius pályára vezető transzferpályára állt. A transzferpályáról a körpályára való áttérést követően a TJS–3-ról levált egy űrobjektum, amely az első feltételezések szerint a cirkularizációhoz használt apogeumhajtómű volt. Látszólag ismét az a helyzet állt elő, mint az SJ–17 esetében, hogy a kiégett hajtóművet nem sikerült a biztonságos, hosszú idejű tárolást lehetővé tevő magasabb pályára emelni. Azonban rövid idő múlva a levált objektum stabilizálta pályáját és önálló, kontrollált manőverekbe kezdett a TJS–3 megközelítése érdekében. Így ez nem egy kiégett, sodródó hajtóműmodul, hanem egy önálló űreszköz, ami stabil kötelékrepülést hajt végre a TJS–3-mal, 100-200 km távolságot tartva tőle.

A fenti négy művelettel Kína tesztelte és validálta a nem együttműködő űreszközök megközelítésére, a kötelékrepülésre és a fizikai összekapcsolódásra vonatkozó képességeit. Fontos kiemelni, hogy a manőverek igen kis relatív sebességgel történtek, tehát amennyiben az elfogni szándékozott műhold rendelkezik megfelelő manőverezési sebességváltoztatási tartalékkal, akkor ki tud térni. Ám ugyanakkor semmi nem zárja ki annak lehetőségét, hogy az elfogó műhold több üzemanyagot szállítson és nagyobb tolóerejű hajtóművei legyenek. Ekkor az elmanőverezési esélye nagyban csökken. Erre nem láttunk példát a tesztek során.

Az időtartam hosszúsága a kötelékrepülést végrehajtó műholdelhárító fegyverek esetében nagyon különbözik a közvetlenül célra repülő eszközökétől. Mivel itt a támadó harci rész szintén orbitális sebességgel repül, sikertelen támadás után nem zuhan vissza a Földre, hanem újra próbálkozhat, amíg az üzemanyaga kitart. Jó példa erre a tesztek során végrehajtott többszöri célra manőverezés.

Összegzés

A 2010-es években végrehajtott tesztek és műveletek alapján megalapozottan állíthatjuk, hogy Kína rendelkezik olyan képességekkel, amelyek technikai oldalról szemlélve lehetővé teszik számára az alacsony Föld körüli pályán keringő műholdak megsemmisítését közvetlenül célra repülő harci rész alkalmazásával, illetve bármely műholdpályán keringő műhold megközelítését, vele kötelékrepülés végrehajtását és a fizikai összekapcsolódást.

Ezek azonban legalábbis kettős felhasználású képességek. Még az ütközéssel történő megsemmisítés is beállítható békés célúnak (lásd a már többször említett Operation Burnt Frost esetét), vagy legitim önvédelmi (ballisztikus rakétavédelmi) célúnak. Az orbitális pályán történő megközelítés, közeli manőverezés és fizikai összekapcsolódás esetén pedig csupán a műveleti szándéktól függ, hogy békés és hasznos célra alkalmazzák (karbantartás, űrszemét eltávolítása), vagy ártó szándékkal. Sőt, ha emellett figyelembe vesszük, hogy egy külső fél kibertámadást végrehajtva egy eredetileg békés célú eszközt is károkozásra tud felhasználni, még bonyolultabb a kép.

A technika mai állása alapján nem elegendő kijelenteni, hogy az ilyen kettős felhasználhatóságú rendszerek kifejlesztésétől a polgári űriparnak tartózkodnia kellene – mert nem lesz hajlandó, és ez nem is lenne célravezető. Azonban az iparnak mind saját belső indíttatásból, mind külső (állami, hatósági) ellenőrzés hatására biztosítania kell, hogy legalább a külső ártó szándékú felek beavatkozásaitól védettek legyenek a szolgáltatásaik.

A műholdak (különösen a kormányzati-katonai vezetési rendszerek támogatására alkalmazott, kritikus jelentőségű műholdak) tervezőinek pedig mindennél (még prioritást élvező költséghatékony üzemeltetésnél is!) fontosabbnak kell tekinteniük a káros hatások kivédésének képességét. Ez alapján egy ilyen űreszközben kerülendő például egy ionhajtóműves röppályatartó rendszer alkalmazása, mert ez kis tolóerejével nem teszi lehetővé a támadó kimanőverezéséhez szükséges gyorsulásokat. Ugyanez a hajtóműrendszer egy üzleti célú műholdban jól alkalmazható, kis tömegű és nagyon hatékony üzemeltetést tesz lehetővé.

Az egyes űreszközök védelme mellett természetesen komoly figyelmet kell fordítani a rendszerszintű és szolgáltatásszintű védettségre is, hogy az egyes rendszerelemek (akár űreszközök) elvesztése ne eredményezze a vezetési rendszer egészének kritikus képességvesztését. Ehhez jelentős tartalékokat kell betervezni a rendszerekbe, szolgáltatásokba, sokkal nagyobbat és sokfélébbet, mint azt az üzleti rendszerek tervezésénél szokásos. Ezt a tartalékot pedig meg is kell óvni.

Felhasznált irodalom

Weeden, B., Samson, V. (szerk.). *Global Counterspace Capabilities: An Open Source Assessment*, Secure World Foundation, 2019.;

Weeden, B. *Through a Glass, Darkly – Chinese, American, and Russian Anti-satellite Testing in Space*, Secure World Foundation, 2014.;

Kelso, T.S. *Analysis of the 2007 Chinese ASAT Test and the Impact of its Debris on the Space Environment*, Center for Space Standards & Innovation, 2007.;

Oltrogge, D., Kelso, T.S., Hall, B. *Indian ASAT Test Post-Event Analysis*, AGI, 2019.;

Alver, J., Garza, A., May, C. *An Analysis of the Potential Misuse of Active Debris Removal, On-Orbit Servicing, and Rendezvous & Proximity Operations Technologies*, The George Washington University, 2019.

Képek forrása

https://www.navy.mil/view_image.asp?id=55402, US Navy

https://www.navy.mil/management/photodb/photos/080220-N-5476H-168.jpg, US Navy, készítette Mass Communications Specialist 2nd Class M. Hight;

https://astroengine.com/2009/02/12/visualizing-the-iridium-33-and-cosmos-2251-collision/, készítette Analytical Graphics, Inc;

Röppályaábrázolás forrása: https://satelliteobservation.net/2018/02/26/contested-space-i-threats/, készítette MIT;

https://media.defense.gov/2007/Sep/17/2000450754/-1/-1/0/070913-F-5114H-861.JPG, US Air Force, készítette Senior Airman E. Hofmeyer;

https://www.space.com/34183-robotic-satellite-servicing-a-reality-soon.html.

(Fotók a szerző gyűjteményéből.)



11. ábra. Az RDO–4336 KOMONDOR duplafülkés többcélú gépjármű három különálló egységből épül fel, az alapjárműből, a vízszállító – erdőtüzek ellen is bevethető – cserefelépítményből, valamint a műszaki-mentő cserefelépítményből. A járműre épülő szakmai képesség, igény esetén további egyedi felépítményekkel is bővíthető

*Zsitnyányi Attila**

KOMONDOR – könnyű páncélvédett bázisjármű család fejlesztése Magyarországon II. rész

A GAMMA Zrt. a KOMONDOR járműcsalád fejlesztésének példáján keresztül bizonyította be, hogy a magyar a hadiipar még rendelkezik a magyar védelmi feladatok ellátására is alkalmas járműcsalád vagy más hasonló komplexitású termékek kifejlesztéséhez, gyártásához, teljes életciklusra szóló logisztikai biztosításához, és a későbbi korszerűsítéséhez szükséges képességekkel. A cikk első részében bemutattuk a 2010-ben indult fejlesztés első két szakaszában elért eredményeket, amelyekben a pályázatok útján elérhető K+F forrásoknak is fontos szerepe volt. Ezek segítségével készültek el a járműcsalád első három tagjának prototípusai. 2015-ben új fejezet kezdődött, fontos kérdés volt, hogy a járműfejlesztési projekt fenntarthatósága biztosítható-e pályázati finanszírozástól függetlenül? A cikk második részében bemutatott harmadik és negyedik szakasz, erre a kérdésre is választ ad.

A HARMADIK SZAKASZ

2015-ben került sor az első értékesítésre. Közbeszerzési eljárás nyerteseként a GAMMA Zrt. szerződést kötött egy „sugárárnyékolt gépjármű” szállítására az MVM Paksi Atomerőmű Zrt.-vel. A cég még nem rendelkezett a kiírásnak megfelelő járművel, így ez tökéletes lehetőség volt, hogy be tudja mutatni a járműben rejlő lehetőségeket, bizonyítani a cég képességeit és igazolni egy ilyen komplexitású jármű, hazai megvalósításának létjogosultságát.

Az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. Balesetelhárítási részlege által meghatározott speciális igények kielégítésére alkalmas jármű fejlesztésére az RDO–3221 jármű bázisán került sor. A jármű, a világon egyedülálló módon egyszerre rendelkezik sugárárnyékolással, bizonyos szintű fizikai védelemmel és terepjáró képességgel, valamint sugárvédelmi monitoring rendszerrel. A felhasználó és a tervezett alkalmazási körülmények által megkövetelt gamma sugárzáscsökkentés elérése érdekében a páncéltestet is több ponton meg kellett változtatni, illetve a korábban tisztán ballisztikai védelemre optimalizált üvegeket sugárvédelmet biztosító változatokra cserélték. Az RDO–3221 RSV típusjelű járműben az alkalmazási eljáráshoz igazodva a gépkocsivezetői és személyzeti teret elválasztották egymástól. A mentesíthetőséget is szem előtt tartva, a belső terek rugalmas, poliuretán burkolatot kaptak. A megbízhatóság növelése érdekében, a prototípusban használt kísérleti automatizált váltási metodikát manuálissá alakították át a tengelykapcsoló könnyebb működtetése érdekében annak pneumatikus vezérlése azonban megmaradt. Az igényeknek megfelelő túlnyomást is biztosító szűrő-szellőztető rendszer mellett, egyedileg, a pályázatban szereplő követelmények alapján a GAMMA által fejlesztett sugárzásmérő és riasztó rendszert is integrálták a járműbe.

A meglévő típusváltozatok fejlesztése és tesztelése során felmerült a szükségessége egy méreteiben kisebb, de kompozit rendszerek alkalmazása nélkül is nagyobb védettséggel rendelkező jármű megalkotásának. Az új, RDO–3121 típusnevű jármű fejlesztése során megtartották az első két szakasz alatt fejlesztett változatoknál bevált megoldásokat, és ahol szükségesnek látták, ott a tesztek során gyűjtött tapasztalataik alapján változtatásokat hajtottak végre. Természetesen ez a változáskövetés fordítottan is működött, az új típus fejlesztése során alkalmazott új

* NKE Katonai Műszaki Doktori Iskola. ORCID: 0000-0003-3571-652X

DOI: 10.23713/HT.54.1.08



12. ábra. Az RDO–3121 KOMONDOR prototípus gyártásközi tesztelése. (Külső szerelvények nélkül, pl. kipufogódob, ablaktörlő, tárolórekeszek)

megoldásokat folyamatosan adaptálták a már meglévő, 2011-2015 között kifejlesztett eszközökön, ahol volt rá mód, ott komplett átalakításokat is elvégeztek.

Az RDO–3121 KOMONDOR

Az RDO–3121 kinézetében, felszereltségében és alapvető konstrukciós kialakításában a családelvet követi, alapvetően felderítő, vezetési pont feladatok végrehajtására optimalizálták. A járműcsalád jelenleg legkisebb tagja nemcsak közel egy méterrel rövidebb társainál, de jelentősen alacsonyabb is. Belső tere lehetőséget biztosít 2+3 fő szállítására, munkahelyek kialakítására és elegendő hely marad még speciális rendszerek integrálására, málha szállításra. Annak ellenére, hogy kinézete hasonlít a korábbi változatokra, a legfiatalabb jármű számos eltérést is mutat, elsősorban a kisebb méretek, illetve az elődök tesztelése során született módosítások, fejlesztések adaptálása, valamint a felhasználók által kért változtatások miatt. Ilyen lényegi változás a kisebb, csak 6,7 l-es Cummins erőforrás, ami alacsonyabb környezetvédelmi besorolása miatt, az RDO–3921 járműbe épített 8,9 l-es változatnál nagyobb, 268 kW-os (364 LE-s) teljesítményre képes, 1100 Nm nyomaték mellett. A kisebb nyomaték miatt a jármű eltérő, (ZF VG 750-es) osztóművet kapott, ami funkciójában azonban az elődökéhez hasonlóan háromsebességes, kapcsolható hosszanti differenciálzárral ellátott. A jármű kisebb átmérőjű Michelin XZL 2 365/80 R20 katonai gumikkal rendelkezik.

Másik fontos eltérés, hogy kisebb mérete ellenére az RDO–3121 prototípusának páncélteste vastagabb páncéllemezekből készült, így az már alapkiépítésben is magasabb szintű ballisztikai védettséget biztosít (STANAG 4569 level 3). A korábbi vizsgálatok tapasztalatai alapján módosult a külső tároló ládák rögzítési megoldása, ezzel növelve a jármű alatt robbanó töltet energiájának jobb elvezetését, a páncéltesten belülre került a kormánymű a mellső terepszög javítása érdekében, módosultak az ajtózárak, védettségében megegyező, de komfortosabb vezetőülés került be, illetve a vezető lábterébe speciális energiaelnyelő padozati elemeket építettek be. A jármű magassága csökkent, mivel a korábban a tetőn elhelyezett klímakondenzátor a jármű oldalán kapott helyett, a külső felszerelések, berendezések könnyebb integrációját elősegítendő, a páncéltesten speciális robbanásbiztos átvezetőket alakítottak ki. A hátsó fellépőt is teljesen átalakították, a jelenlegi változat kétfokozatú nyithatóságot biztosít a felhasználók számára.

A járművet külső igények alapján kezdetben teljesen hidraulikus fékrendszerrel tervezték, de a szerződött külső beszállító kihátrálása miatt a cég kénytelen volt a már szinte teljes egészében kiépített rendszert kiszerelni, és a korábbi változatokban már bevált levegős ABS-el ellátott rendszert beépíteni.

Ezen a járművön elvégzett tesztek eredményei által igazolt fejlesztések egy részét időközben a korábbi eszközökön is elvégezték. Ennek megfelelően, többek között, az RDO–3932 változat teljes motortér részét is áttervezték. Az új lökhárító elrendezéssel és a páncéltestbe integrált kormánymű elrendezéssel tovább javult a mellső terepszög, nőtt a kormánymű védettsége és a hűtés hatékonysága is. Az új ajtózárak, belső kapaszkodók növelik a komfortérzetet és a használhatóságot. Az új ajtózsanérok csökkentik a belövés esélyét nyitott ajtók mellett, a külső láda tartó rögzítés átalakításával javult a páncéltest alatti robbanás energiájának elvezetése.

A jármű dimenzionális paraméterei miatt kiemelkedő terepjárási és mozgékonysági jellemzőkkel bír, ami elősegíti az erősen átszabdalt és beépített területeken való alkalmazhatóságot. Természetesen a járműcsalád többi tagjához hasonlóan, a prototípus jármű 2+3 fő szállítására alkalmas kialakításától eltérően, a felhasználói igényekhez alkalmazkodva ez a jármű is készülhet eltérő méretekben, felszereltséggel, és belső elrendezéssel, az elrendezéstől függően, 2+8 főig bővíthető.

13. ábra. A KOMONDOR könnyű páncélvédettségű járműcsalád 3 tagja. A képen balról jobbra: RDO–3932, RDO–3921, RDO–3121





14. ábra. A teljes mérnöki egyenértékű haspáncél szelvény robbantási tesztje

Az első három szakaszban elvégzett vizsgálatok

A cég koncepciója kezdetektől az volt, hogy a prototípus fejlesztések során a fő hangsúly a képességek és lehetőségek bemutatásán van, a végső változatok a megrendelők igénye szerint kerülnek majd kialakításra. Ezért az RDO változatokat technológiai demonstrátor járművekként, mind különböző védettségi szintnek megfelelő kivitelben építették meg, többféle műszaki megoldás alkalmazásával. A GAMMA a fegyvernemi belső kialakítások nélkül is, a cikk megjelenéséig az 5 bázisjármű változathoz 12 különböző páncéltestet készített, a folyamatosan elvégzett átalakítások során összesen mintegy 18 eltérő változatban. A tesztek és tartampróbák során megszerzett tapasztalatok és változó műszaki megoldások megjelenése miatt elvégzett folyamatos változtatások nem csak műszaki szempontból fontosak, de egyben a hazai gyártásban rejlő lehetőségek, felhasználó-orientált kialakítás képességének tesztelésére és bemutatására is alkalmasak.

A járművek fejlesztése során a GAMMA azokat a vizsgálatokat hajtotta végre, amelyeket a különböző szabványok előírnak, vagy amelyeket a fejlesztés sikeres végrehajtásához ezen kívül is szükségesnek ítélt. Ballisztikai vizsgálatokat folyamatosan végeztettek a különböző igényeknek megfelelő konstrukciós megoldások kialakításával egy időben. Közel 15 különböző vizsgálatra került sor a ballisztikai vizsgálatok keretében, elsősorban az alkalmazott, illetve alkalmazásra tervezett páncéllemezek, kompozit megoldások, illetve a nem tanúsított ballisztikai üvegek lövéstesztje céljából, főként a Polgári Kézilőfegyver- és Lőszervizsgáló Kft. bázisán.

A hazai számítógépes szimulációk mellett, a járműtesteken akkreditált robbantásos vizsgálatokra is sor került. Ennek a célja elsősorban koncepcionális kérdések eldöntésének (műszaki kialakítás és egy konkrét vevői igény megvalósításához szükséges minimális védelmi szint ellenőrzése) alátámasztása volt. A robbantási tesztet 2013 és 2014-ben végezték Csehországban (hazánkban nem megoldható), míg a kapcsolódó szimulációt a Brnoi Műszaki Egyetemen készítették a robbantást megelőzően. A vizsgálatok tapasztalatai beépültek a jelenleg is látható prototípusokba. A vizsgálatok publikálását követően kritika érte a céget, hogy a „páncéltest kialakításához felhasznált alapanyagból kialakított konstrukciós tesztpanel-vizsgálatok nem elegendőek, azok csak az első kezdeti lépések”, hiányolták a „komplett kivitelű vizsgálati járművel, NATO-akkreditált vizsgáló bázison végrehajtott komplex vizsgálatot”.

Könnyen belátható, hogy épp a felhasználói igényeknek megfelelő kialakítás lehetőségének biztosításából adódóan egy általános, a végső változattól eltérő prototípuson végrehajtott komplex vizsgálat akkreditált körülmények között nem csak szükségtelen, de értelmetlen is lett volna. Erre azonban a NATO szabványok[5] szerint nincs is szükség. Nem előírás a NATO-akkreditált vizsgálóállomás, a vizsgálat nemzeti hatáskör[6], mi több a vizsgálathoz nem kell komplett jármű, hanem azt végre lehet hajtani[7] konstrukció-azonos mintadarabon is (fully engineered target[8]), amely teljes mértékben reprezentálja a tényleges jármű szerkezetét – azonos anyag, konstrukció, gyártási eljárás stb. [5][6][7]

A vizsgálatok között mindenképp szükséges megemlíteni a dinamikai és képesség vizsgálatokat. A gödöllői Szent István Egyetem szakértőivel végzett gyártás/tervezés előtti szimulációs vizsgálatokat követően az elkészült járműveken 2014-ben a tényleges terepjárási a vizsgálatokat is végrehajtották, amelyek az előzetes elvárásokat igazolták.

Az RDO–3921, –3932 és –3221 járműveken a TÜV Rheintal-KTI Kft. elvégezte a 6/1990. KöHÉM rendelet által előírtaknak való megfelelősséget alátámasztó, jármű tulajdonsági vizsgálatokat (2014-2016), ez alapján lehetett csak az eladott RDO–3221 RSV változatot is a közúti forgalomba helyezni. A katonai kialakítású változatokon ugyanez a független szervezet 2014-’15 során a NATO STANAG 4357 AVTP előírás szerinti katonai megfelelőségi vizsgálatokat is végrehajtotta.

Az irány azóta sem változott. A cég külföldön és itthon is 3 lépésben tervezi a vevők igényeinek kielégítését. 1. A meglévő prototípusok alapján meghatározhatóak a további igények. 2. Ez alapján elkészíthető a megrendelő által kért speciális kialakítású konkrét változat. 3. A szükséges vizsgálatokat az átadást megelőzően végzik el. Ez óriási rugalmasságot biztosít a megrendelői igények kielégítése érdekében.

A negyedik szakasz

A korábbi fejlesztések során a cég azt hangsúlyozta, hogy a prototípusok alapvetően a képességek és a járműcsaládban rejlő lehetőségek bemutatására szolgálnak, kész bármely hazai vagy külföldi igény alapján azt „konfekcionálni”. 2018-ban elérkezett a bizonyítás ideje, megjelent egy nemzetközi tender S3 kategóriájú, dupla fülkés, többcélú gépjármű, ahol a kiírásban szereplő műszaki feltételeknek az addig kifejlesztett KOMONDOR verziók nem feleltek meg. A GAMMA elindult a tenderen és a közbeszerzési eljárás nyerteseként három darab dupla fülkés, többcélú járművet szállít a BM OKF (Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Felügyelőség) részére. A 2019 év végén rendszerbe álló, spe-



15. ábra. Az RDO–4336 KOMONDOR jármű felépítménycseréjének folyamata, amely a jármű kezelőszemélyzete által, külső daru segítségével hajtható végre

ciális cserefelépítményeket hordozó járművek alapját, a járműcsalád új, kifejezetten a szerződés miatt kifejlesztett RDO–4332 típusazonosítóval rendelkező bázisjárműve képezi. Az RDO–4336 változatú hordozójárművön első körben tűzoltó, illetve egy műszaki-mentőszer cserefelépítmény kerül kialakításra.

Ennél a járműnél már részben megvalósult az a kezdetekben megfogalmazott cél is, hogy a „fegyvernemi" változatokat a magyar védelmi iparban érdekelt, más profilgazda cégek hozzák létre.

Az RDO–4336 KOMONDOR

A cserefelépítményes, többcélú, duplafülkés alapjármű magán hordozza a járműcsalád jellegzetességeit, de épp egyediségéből adódóan számos eltérést is mutat a műszaki megoldások terén. A jármű a korábbi változatokhoz hasonlóan kialakított önhordó páncéltesttel rendelkezik, ami biztosítja majd az alkalmazhatóságát olyan gócpontok megközelítése esetén is, ahol fennáll a robbanásveszély és ennek következtében a repeszhatás lehetősége. Az alapjármű nehézterepi viszonyok között nagy tömegű oltóanyag és/vagy felszerelések szállítása mellett, 2+4 fő szállítására lesz képes. Az alkalmazhatósági előírások kielégítése érdekében az alapjárműre integráltan kerülnek fel az oltástechnikai elemek, mellső adapter befogadására alkalmas munkalap, hidraulikus energiaellátó rendszerek (menet közbeni működésre is képes), gyorsbeavatkozó oltóberendezés és annak kiegészítő elemei.

A követelményeknek való megfelelés érdekében ezt a változatot Európában elsőként járműbe épülő, 368 kW-os (500 LE-s) 2300 Nm nyomatékú, Euro5 környezetvédelmi besorolású 12 l-es Cummins motor fogja hajtani a már a

16. ábra. Az RDO–4336 KOMONDOR bázisjármű alapkiépítésben rendelkezik egy önállóan oltásra alkalmazható, beépített ultramagas nyomású oltókészülékkel



többi változatban is alkalmazott Allison automata váltón keresztül. A jármű alá a korábbiaktól eltérő, megerősített, nagyobb teherbírású, de szintén független felfüggesztéses megoldású AxleTech ISAS 4500 futóművek kerülnek.

A duplafülkés többcélú gépjármű három különálló egységből épül fel, az alapjárműből, a vízszállító-erdőtüzes cserefelépítményből, valamint a műszaki-mentő cserefelépítményből.

A jármű tűzoltástechnikai kialakítását, vízszállító-erdőtüzes cserefelépítmény építését a BM HEROS Zrt. végezte. A társaság által készített felépítmény része egy 7000 l-es víztartály és egy habkeverésre is alkalmas tűzoltó szivattyú, amely a távvezérelt orrmonitorokat, az avaroltó és önvédelmi rendszereket látja el kis, vagy szükség esetén nagynyomású oltóanyaggal. A jármű a hagyományos tűzoltó járműveken meglévő egyéb szakfeladatok ellátására is alkalmas. A kialakítás során a BM HEROS Zrt. korábbi fejlesztései, a jelenleg csapatpróbán lévő vízszállító jármű új technikai megoldásai is megjelennek, amelyekhez a vezérlést a társaság által fejlesztett Cerberus rendszer biztosítja. Az RDO–4336-os lehetőséget biztosít közúti ellátási pontról nehezen megközelíthető, vagy közúti járművekkel el sem érhető műveleti területekre oltóanyag egyidejű kijuttatására, illetve ezeken a területeken oltási feladatok elvégzésére. A kialakított rendszer biztosítja a tartály gyors töltését és leürítését.

A műszaki mentő felépítmény az integrált hidraulikus rendszerek (11 tm teherbírású önrakó hidraulikus daru, villás emelve vontató) és a málházott műszaki mentőszer eszközök (hidraulikus vágó/feszítő, támasztó, emelő eszközök, aggregátor, szerszámok stb.) révén olyan beavatkozó képességet biztosítanak, ami kimondottan hasznos a kiterjedt közúti balesetek esetén.

Az RDO–4336 KOMONDOR járműre épülő szakmai képesség, igény esetén további egyedi felépítményekkel is bővíthető.

A jövő

Természetesen a járműcsalád fejlesztése a szerződés teljesítésével sem áll meg, a 100 éves GAMMA Zrt.-nél egyszerűen csak elindul a KOMONDOR projekt 5. szakasza. A már meglévő bázisjárművek alapjain további típusváltozatok kialakítása várható, amelyhez kapcsolódóan önálló termékként is értékesíthető felépítmények és kiegészítők is létrejönnek.

Cserefelépítmény és kiegészítő fejlesztések az RDO–4332/4336 változathoz

A BM OKF számára szállítandó 3 db hazai fejlesztésű nehéz terepi többcélú gépjármű a hazai védelmi ipar szereplői számára is új lehetőség. Hazai bázisjárműhöz fej-



17. ábra. Az RDO–4336 KOMONDOR bázisjármű több mint 14 t össztömegű felépítmények hordozása mellett, 40 t gördülőtömegű szerelvények vontatására alkalmas

leszthetnek további kiegészítőket, amelyek segítségével azok a katasztrófavédelem és a tűzoltóságok még szélesebb körben bevethető beavatkozó eszközeivé válhatnak.

Ezt a folyamatot szeretné a GAMMA Zrt. elősegíteni azzal, hogy a 2018-ban megnyert Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal Kis-, közép-, és nagyvállalatok KFI tevékenységének támogatása című pályázat keretében, az RDO–4332 bázisjármű változat mellet egy bármely más hazai cég által is használható univerzális nyitott, és egy univerzális zárt felépítményt fejleszt ki.

A fejlesztés során a korábbiak szerint most is készülnek majd a lehetőségeket bemutató prototípusok. A nyitott felépítmény bázisán, amely lehetőséget biztosít speciális berendezések, rendszerek illesztésére, első körben nehéz terepi vízszállításra, fertőtlenítésre, kiemelt közúti baleseteknél műszaki beavatkozáshoz, egyéb logisztikai és oltási feladatok ellátására alkalmas megoldások mutatkoznak be. Az univerzális zárt felépítmény pedig alapját képezheti mindazon képességnek, ahol előtérbe kerül a hat fős bevetési állományon felüli élő erő megóvása, munka-élet körülményeinek megteremtése. A bemutató darabok személyszállításra, sérültek biztonságos ellátó helyre történő eljuttatására, vezetési pontként történő működésre lesznek alkalmasak.

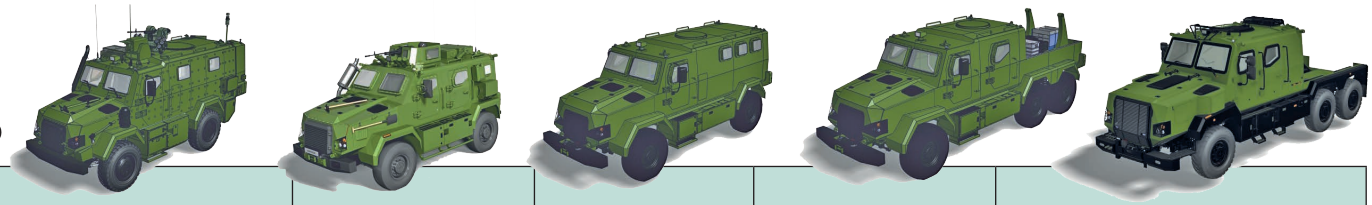
A projekt ezen túlmenően magába foglalja egy olyan cserefelépítmény hordozására alkalmas nehézterepi pótkocsi kialakítását is, ami lehetővé teszi, hogy a hordozójárműre telepített alapképesség a műveleti területen egy másik képességgel önerőből kiegészíthető legyen, ezzel növelve az adott rendszer alkalmazhatóságát, hatékonyságát és rugalmasságát.

Minimális átalakítással, esetleges speciális kiegészítésekkel a jármű alap védettségéből adódóan ez a jármű is jól alkalmazható a Magyar Honvédség vagy a BM további szervezetei kötelékében is, nem csak katasztrófavédelmi feladatokra. Érdemes megvizsgálni, hogy a BM OKF-nél alkalmazott bázisjárművek, az új 6x6-os nehézterepi jármű vagy az MH által alkalmazott RÁBA járművek bázisán milyen egyéb többfunkciós változat kialakításának lehet létjogosultsága. Az új hazai fejlesztésű modulok, nem csak itthon erősítenék az alkalmazók szakmai képességeit, hanem egyben kiváló exportlehetőséget is jelenthetnek, amely nem csupán a további tapasztalatszerzésben segíthet, hanem a hazai háttéripar gazdaságos működéséhez hozzájárulva, növeli a gazdaságbiztonságot.

18. ábra. Az RDO–4336 KOMONDOR alapjármű rendelkezik szabványos szerelvénytartó lappal, amire tolólap, hómaró, vagy egyéb hidraulikus működtetést igénylő speciális berendezés is felhelyezhető



1. táblázat. KOMONDOR típusok 2011–2019



	RDO–3221	RDO–3121	RDO–3921	RDO–3932	RDO–4332, RDO–4336
Hosszúság [mm]	6 400	5 600	6 600	8 080	8 100
Szélesség [mm]	2 500				2 550
Magasság [mm]	3 280	2 600	2 815	2 815	3 050
Üres tömeg [kg]	13 350	12 450	14 850	16 500	18 000
Megengedett tömeg [kg]	16 500	17 000	18 000	27 000	31 000
Max. vontatmány tömege [kg]	25 000	3 500	25 000	35 000	45 000
Motor típus	IVECO Tector 279, 6 hengeres dízel, Euro5	Cummins ISB 6,7, 6 hengeres dízel, NR	Cummins ISLe 8.9, 6 hengeres dízel, Euro3		Cummins ISG 12, 6 hengeres dízel, Euro5
Lökettérfogat [cm^3]	5 880	6 700	8 900		12 000
Max. teljesítmény/fordulatszám [LE/ford/perc]	279 / 2700	364 / 2600	340 / 2200	450 / 2100	500 / 1600
Tüzelőanyag-fogyasztás országúton [l/100 km]	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 4500
Hajtott kerekek száma [db]	4			6	
Max. sebesség úton [km/h]	105	110	105		
Gumiabroncs	395/85 R20 Michelin XZL2”	365/80 R20 Michelin XZL2”	395/85 R20 Michelin XZL2”		
Fékek	Kétkörös légfék, Westing-rendszerű rögzítőfék a hátsó tengelyen, minden keréken dobfék.	Kétkörös légfék, Westing-rendszerű rögzítőfék a hátsó tengelyen, minden keréken léghűtésű tárcsafék.			



19. ábra. A vízszállító – erdőtüzek ellen is bevethető – felépítmény felhelyezését követően 7000 l víz áll a beépített, habkeverésre is alkalmas oltástechnikai eszközök rendelkezésére (orrmonitorok, rézsűoltó, kerékjárati oltók, fülkehűtő és -oltó)

Az RDO–3121 (L) KOMONDOR

Az ismét rendelkezésre álló K+F források természetesen nagyobb léptékű fejlesztéseket tesznek lehetővé, de nem állnak le az önerőből történő fejlesztések sem. Speciális megrendelői igény alapján tervezés alatt áll az RDO–3121 módosított változata, amely az egyedi alkalmazási követelményeknek megfelelően az alapjármű hosszított és magasított változata lesz, módosított belső elrendezéssel és nyílászárókkal. Az eredeti tengelytáv megtartásával megmarad a jármű fordulóképessége, ami különösen a városi környezetben történő alkalmazásoknál előnyös, a hosszabb kinyúlás miatt kismértékben csökkenő hátsó terepszög nem fogja lényegében befolyásolni a kiváló terepjáró képességet. A megnövelt beltér lehetőséget ad egyedi munkahely kialakításra, növelt számú kezelői létszám és speciális málhafelszerelések befogadására. A jelzett változtatások ellenére is kisebb lesz, mint a járműcsalád méretben következő RDO–3921-es modellje, és természetesen további felhasználói igény megjelenése esetén, ez a változat is készülhet majd szimpla vagy duplafülkés platós változatban is.

Az RDO–? KOMONDOROK

Katonai és katasztrófavédelmi alkalmazások kapcsán már felmerült az igény, hogy egyes speciális, különösen veszélyes műveleteknél távvezérelt vagy akár önvezérlő járműveket alkalmazzanak. Az élőerő szükséglet csökkentése, annak védelme érdekében, vagy egyszerű rutinfeladatok végrehajtása során hasznos lehet a járművek távvezérlés útján történő irányítása. Speciális műveleti környezetben szükség lehet olyan járművekre, amelyek már önállóan, csak táv- vagy önvezérléssel képesek működni. Ebben az esetben a használati/bevethetőségi követelményeknél nem kell kompromisszumokat kötni az élőerő védelme miatt, a járművet és a felépítményt tervezéskor a feladat végrehajtására lehet optimalizálni.

Magyarország ambíciói az autonóm járművekkel kapcsolatos kutatások területén (ZalaZone, egyetemi kutatóintézetek, RECAR Autonóm Jármű Kutató Központ) óriási lehetőséget biztosítanak a hazai és a külföldi tesztelésekben résztvevőknek, szenzor, jármű, alkalmazás fejlesztőknek. A KOMONDOR járműcsalád fejlesztései során szerzett tapasztalatokra alapozva, a GAMMA Zrt. egyik távlati célja új, önvezérlésre alkalmassá tehető, távvezérelhető, bázisjármű családtagok kialakítása. A fejlesztés eredményeként létrejöhet egy olyan járműcsalád, amely más hazai fejlesztőknek, kutatóintézeteknek is lehetőséget biztosít a saját megoldásaik tesztelésére vagy a már meglévő kapcsolódó termékeik bemutatására, segítve ezzel a magyarországi önvezető jármű és az azokhoz kapcsolódó felépítmény fejlesztéseket.

(A szerző köszönetet mond Ocskay Gábor nyá. okl. mk. alezredes úrnak, a GAMMA Zrt. Különleges Járművek Divíziója vezetőjének a cikk megírásához nyújtott segítségért.)

Források

[5] NATO STANAG 4569: Protection Levels for Occupants of Armoured Vehicles (Védelmi szintek a páncélozott járművek utastereinél)
[6] NATO STANAG 4357 AVTP: Allied Vehicle Testing Publications (AVTPs)
[7] NATO - AEP-55 VOL 2: Procedures for evaulating the protection level of armoured vehicles mine threat
[8] http://gammatech.hu/downloads/cat/Gamma_company_profile.pdf

JEGYZETEK

5 NATO -AEP 55 Volume 1 Edition2) PROCEDURES FOR EVALUATING THE PROTECTION LEVEL OF ARMOURED VEHICLES Kinetic Energy and Artillery Threat AUGUST 2011 (Eljárások a páncélozott járművek védettségi szintjének vizsgálatára kinetikus energiával, illetve tüzérségi fenyegetettséggel szemben)

6 „….The ballistic tests shall be carried out with the specified threat ammunition and under the impact conditions summarised in Annex A. The ballistic tests should be conducted at a test range approved by the National Authority……" (A ballisztikai tesztet az A mellékletben szereplő előírt lőszerrel, illetve a meghatározott becsapódási körülmények figyelembevételével kell elvégezni. A ballisztikai tesztet nemzeti hatóság által akkreditált lőtéren kell elvégezni)

7 2. SIGNIFICANCE AND USE (AEP-55, Volume 1, Edition2) (Jelentőség és alkalmazás)
The ballistic procedures described in this document apply equally for ballistic tests on various target systems including single target plates, fully engineered targets and vehicle targets (whole or sections). (A jelen dokumentumban leírt ballisztikai eljárások egyformán vonatkoznak valamennyi különböző vizsgálati célrendszereken végzett ballisztikai vizsgálatokra, beleértve az egyszerű lemeztárgyat, a mérnökileg kialakított tárgyat és a jármű céltárgyat [teljes, vagy rész].) The Protection Level of logistic vehicles and LAV shall however be determined using acceptance tests performed on any component provided they are fully representative of the armour system used on the vehicle and the protection assessment uses the computation methodology provided. (A logisztikai és a könnyű páncélvédettségű járművek védettségi szintjét azonban bármely alkatrészre vonatkozó elfogadási tesztekkel kell meghatározni, feltéve, hogy azok teljes mértékben reprezentálják a járművön használt páncélozási rendszert, és a védelem értékelése a megadott számítási módszertan alapján történik.)

8 „3. Fully engineered targets (Teljes mérnöki egyenértékű céltárgy): These targets are constructed to be fully representative of an actual vehicle armour system. (Ezeket a céltárgyakat úgy alakították ki, hogy teljesen igazodnak az adott járművön alkalmazott páncélozási módhoz.) This is achieved by using the same materials, hardware, construction techniques, fixing and mounting method etc, that would be used in the actual vehicle system application. (Ez többek között úgy érhető el, hogy a valós járművön alkalmazottakkal megegyező anyagokat, elemeket, gyártási technológiát, rögzítési és elhelyezési eljárásokat alklamazunk.) These targets may include Paras of the real system (component mock-ups). (E céltárgyak közé sorolhatóak a valós rendszerek másolatai [részegység modellek]). Engineered targets may be mounted in a target stand or on a suitable vehicle. (A mérnöki egyenértékű céltárgyat rögzíthetjük speciális befogó állványra, vagy megfelelő járműre.)
Definition: Fully engineered target: (Meghatározás: Teljes mérnöki egyenértékű céltárgy) An armour configuration fully representative of final vehicle production configuration, i.e., having the same geometrical construction, materials and total areal density. These targets could be panels or mock-ups of vehicle components containing welds or overlaps, etc. (A páncélozási kialakítás teljesen megegyezik a valós jármű kialakításával, vagyis megegyezik a geometriai felépítés, anyag, illetve a teljes terület-kihasználtság, elem sűrűség. Ezek a céltárgyak lehetnek a járműrészegységek paneljei, vagy makettjei, amelyek tartalmazzák a hegesztéseket, átlapolásokat stb.)

(Fotók a szerző gyűjteményéből.)

Bonhardt Attila

40 M. Nimród páncélvadász és páncélozott légvédelmi gépágyú



A Magyar Királyi Honvédség páncélosai című sorozat legfrissebb kötete a Magyarországon Nimród néven ismertté vált, eredetileg svéd gyártmányú L–62-es páncélvadászt és önjáró légvédelmi gépágyút mutatja be. Az igényes kivitelű fotóalbum szerkesztője dr. Bonhardt Attila nyugalmazott ezredes, a Hadtörténelmi Levéltár és Irattár korábbi igazgatója. A dokumentumokkal és táblázatokkal illusztrált bevezető tanulmány 1936 decemberétől – a harckocsi hazai „felfedezésének" első pillanatától – követi nyomon a Landsverk művek harcjárművének, valamint a későbbi – magyar mérnökök által tervezett – változat történetét. A szerző a teljesség igényével elemzi azt a szakmai vitát, amely nyomán döntés született a Nimród rendszeresítéséről. A MÁVAG 1937-ben vásárolta meg az L–62-es gyártási jogát. Az első magyar gyártású Nimród 1941-ben hagyta el a gyárat. A kötet e legendás magyar páncélos kifejlesztésének, gyártásának és alkalmazásának krónikája.

A tanulmányból többek között kiderül, hogy a korabeli vezérkar egyértelmű állásfoglalása ellenére a Nimród „páncélvadász" besorolása zavarokat okozott. A harckocsizó alakulatok a beosztott páncélvadászokat – nevüknek megfelelően – elsősorban páncéljárművek és páncéltörő fegyverek ellen, a harckocsitámadás első lépcsőjében kívánták alkalmazni. Figyelmen kívül hagyták, hogy a 13 mm-es páncéllal ellátott, tehát csak gyalogsági lövedékek ellen védett páncélvadász erre a feladatra alkalmatlan. Ugyanakkor kevesebb figyelmet fordítottak a Nimród légvédelemre való felhasználásának lehetőségére.

Az album több mint száz fekete-fehér archív felvétellel mutatja be a harcjármű alkalmazását. Számos fotó készült a fronton, bevetés közben a különböző hadjáratok során vagy a laktanyák területén. Gyakran a Nimród személyzete is lencsevégre került, ezek a felvételek őszintén mutatják be a háborús hétköznapokat. A kötet utolsó felvételein már a Nimród alvázára épített Lehel páncélozott sebesült- és csapatszállító gépkocsit látjuk, amely négy fekvőbeteg szállítására volt alkalmas.

A 120 oldalas, fűzött, keménytáblás album a PeKO Publishing Kft. gondozásában jelent meg. 5490 Ft-os áron kapható a könyvesboltokban. (R. A.)

Seller Rudolf – Pető Tamás** – Dudás Levente*** – Kovács Levente*****

Passzív radar II. rész

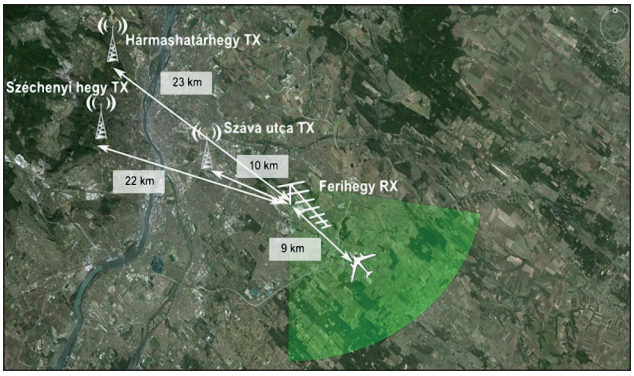
Előző számunkban bemutattuk a passzív radar működésének alapelvét, a cikk II. részében pedig a BME–SZTAKI–BHE Kft. kutatócsoportjának a hazai passzív radar demonstrátorának kifejlesztésében végzett tevékenységét ismertetjük olvasóinkkal.

Passzív radar hazai kutatás-fejlesztés

A Magyar Honvédség Modernizációs Intézet vezetésével hazai bázison is folynak passzívradar-fejlesztések, amelyek során a BME–SZTAKI–BHE Kft. konzorcium kifejlesztett egy demonstrátor eszközt, amely a fejlesztés jelenlegi fázisában DVB-T megvilágítást alkalmaz.



9. ábra. ALPOK3 passzív radar demonstrátor



11. ábra. Adótornyok és vevőegység elhelyezkedése Budapest térképén

A *9. ábra* a hazai passzív radar demonstrátort mutatja terepi mérés közben a Budaörsi Repülőtéren.

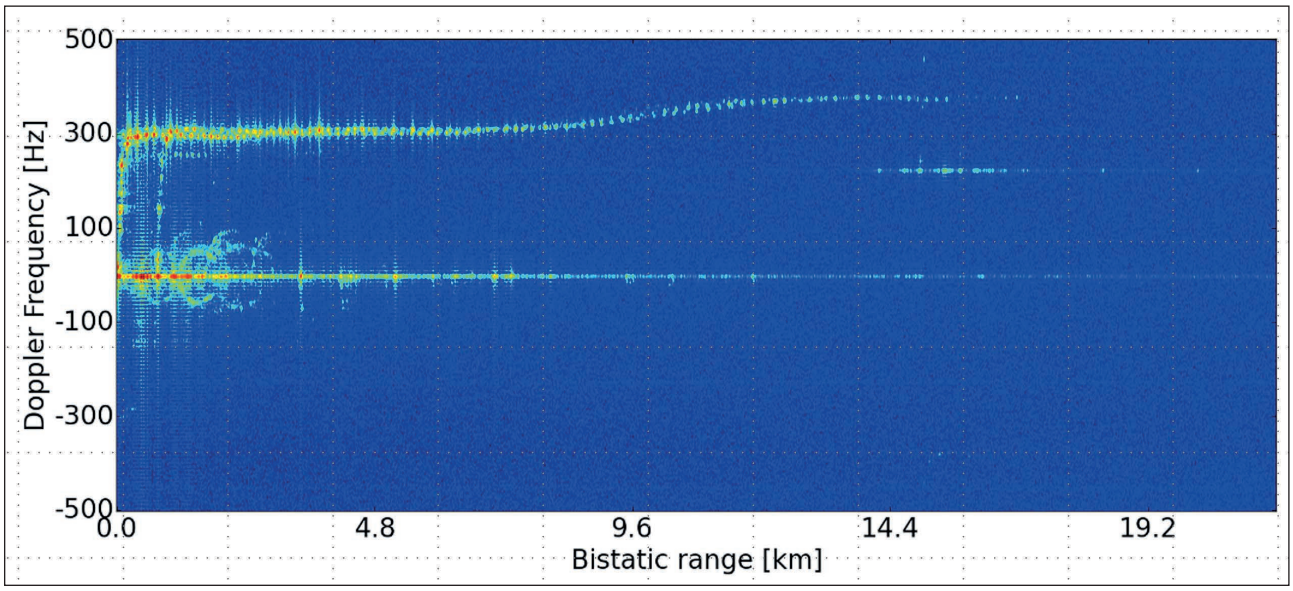
A jelenleg is tartó fejlesztés során, az eszköz működőképességét demonstrálandó, több alkalommal is kísérleti méréseket végeztek. Ezen mérések zömét a budapesti Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér közelében végezték, ahol a le- és felszálló repülőgépekről és környező utakon mozgó gépjárművekről rögzítettek adatokat. A DVB-T megvilágítást a Budapesten üzemelő három adótorony biztosította, ezek az adók a Széchenyi-hegyen, a Hármashatár-hegyen, illetve a Száva utcában találhatók. A mérési elrendezés térképét a *10. ábra* mutatja. A Budapesten

10. ábra. DVB-T alapú passzív radar kísérleti mérés



* Egyetemi adjunktus, BME Villamosmérnöki kar Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék ORCID: 0000-0003-0573-2684
** BME. ORCID: 0000-0002-4848-9031
*** Egyetemi tanársegéd, BME Villamosmérnöki kar Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék.
**** PhD tudományos főmunkatárs, kutató, SZTAKI. ORCID: 0000-0001-7792-4947

DOI: 10.23713/HT.54.1.09



12. ábra. DVB-T referenciamérés távolság-Doppler mátrixa végtelen utánvilágítással

üzemelő DVB-T adótornyok egyfrekvenciás SFN üzemmódban működnek.

A tesztelések során a vevőegységet a futópálya végén telepítették, így biztosítható volt a célok kis távolságon történő elhaladása. A mérést a *11. ábra* mutatja be.

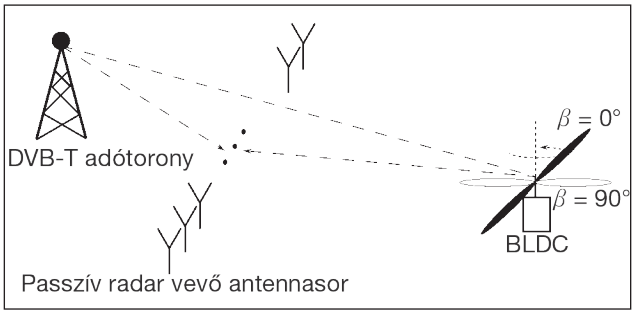
A fejlesztők számára a mérések során az RD-mátrix volt az alapvető kiindulási produktum. A *12. ábrán* egy Ferihegyen leszálló repülőgép RD-mátrixát láthatjuk, végtelen utánvilágítással ábrázolva. Amint az a képen megfigyelhető, a sikeresen detektált cél nyomvonala tisztán látható. A nagy méretű, viszonylag gyors repülőgép detektálása mellett jelentősen kisebb sebességű és reflexiójú célokat is láthatunk, ezek a közeli autóutakon haladó gépjárművek reflexiói.

A passzív radar demonstrátorral elvégzett kísérletek eredményei jól bizonyítják, hogy DVB-T megvilágítás alkalmazásával mind a földfelszíni, mind pedig a légi célok hatékonyan felderíthetőek voltak, továbbá a kapott mérési eredményekkel a megfelelő minőségű klasszifikáció is elvégezhető.

Drónfelderítés – a passzív radar alkalmazhatóságának egy újabb lehetősége

Az elmúlt néhány évben egyre inkább növekvő igény mutatkozik olyan multiszenzoros rendszerek kialakítására, amelyek megbízhatóan képesek felderíteni és azonosítani a légteret használó pilóta nélküli repülőgépeket. Ezen többkomponensű rendszerek egyik potenciális, különleges képességekkel rendelkező szenzorelemei lehetnek a passzív radarok is. Ennek hátterében a rendszer lehetséges frekvenciahasználati módja áll, amelynek kihasználásával VHF és UHF sávban lehetővé válik a légcsavarral rendelkező eszközök egyedi reflexiós képének azonosítása akár sűrűn lakott, szigorú frekvenciagazdálkodással rendelkező területeken is. A következő szakaszban röviden egy olyan detektálási módszert ismertetünk, amely a vezető anyagból készült propellerek forgás közben előállított egyedi reflexiós képén alapul. A felderítés elméleti hátterének ismertetését követően bemutatunk egy kísérleti mérést, amellyel a kifejlesztett többcsatornás DVB-T alapú passzívradar-rendszer RPAS detektálásra való alkalmasságát demonstráljuk.

13. ábra. Forgó légcsavar észlelésének sematikus rajza

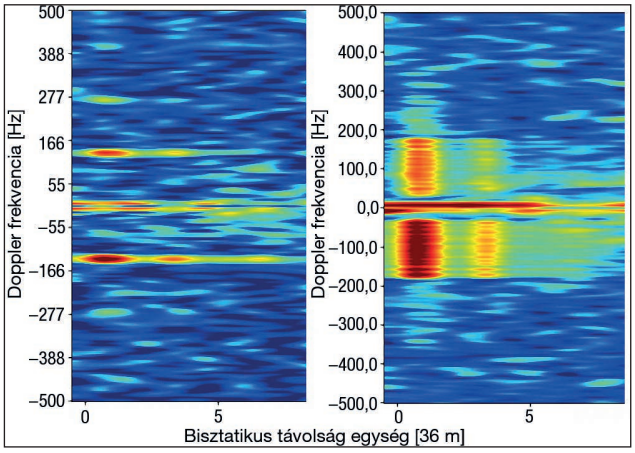


A dróndetektálási módszer elméleti háttere

A szakirodalomban széles körben tárgyalt mikro-Doppler hatás leírja, hogy miképpen változik időben a céltárgyon belüli mozgással bíró (pl. propeller) céltárgyak reflektált jele, és így azok Doppler-spektruma. A jelenség tanulmányozása során többen megfigyelték, hogy a mikrohullámú frekvenciákon a helikopterek nagy méretű, elektromosan jól vezető anyagból készült lapátjai forgás közben modulálják a reflektált jelet; a reflektált jel Doppler-spektrumát megfigyelve harmonikus komponenseket azonosítottak, amelyek frekvenciatávolsága arányos a rotor forgási sebességének kétszeresével.

Az effektus végeredményét illetően ehhez igen hasonló, ám fizikai hátterét tekintve a mikro-Doppler hatástól eltérő jelenség zajlik le alacsonyabb frekvenciákon, ahol a légcsavar fizikai mérete összemérhető a megvilágító jel hullámhosszával. Ekkor ugyanis a mikro-Doppler hatást leíró szórópont modell már nem alkalmazható. Ehelyett azonban korábbi kutatások kimutatták, hogy a kis méretű több rotoros pilóta nélküli repülőgépek reflexiós spektruma az UHF sávban rezonáns modellt felhasználva jól leírható.

A *13. ábrán* alkalmazott jelölésrendszerrel összhangban $\beta = 0°$ esetén a megfigyelt légcsavar a teljes beeső teljesítményt a radar antennarendszerének irányába, $\beta = 90°$-os állászög esetén pedig azzal párhuzamos irányba sugározza vissza. A forgás következtében az antennarendszer irányába visszasugárzott jel teljesítménye periodikusan



14. ábra. RPAS rotor reflexiója a távolság-Doppler mátrixon

változik, amelynek következtében a jel spektrumában harmonikus komponensek jelennek meg. Egy passzív radar egység, amely képes a reflektált jel spektrumának analízisére, azonosíthatja ezeket az egyedi spektrális komponenseket.

Fontos kiemelni, hogy a tárgyalt jelenség kizárólag a rezonancia frekvenciához közel domináns, és ekkor a legerőteljesebb a reflektált jel is, hiszen a megfigyelt objektum RCS-e ekkor maximális (Mie-régió). Mivel a kereskedelemben nagy számban kapható RPAS eszközök propellere az UHF sávban található DVB-T adások hullámhosszára nézve rezonáns, kézenfekvően adódik a lehetőség a jelenség passzív radarral történő kihasználására. A következő szakaszban egy valós terepi mérésen keresztül mutatjuk be, hogy a fejlesztett passzív rendszer képes a felvázolt detektálási módszer alkalmazásával RPAS felderítésre.

Detektálási tesztmérés

A tesztkísérlet – amelyhez a három 746 MHz-en üzemelő DVB-T adótornyot megvilágító forrásokként használták – a Budaörsi Repülőtéren zajlott. A mérés precíz ellenőrzéséhez egy propeller tesztpadot alkalmaztak, amellyel egy, a méréshez használt propeller távolsága, betekintési szöge és forgásának sebessége is szabályozható volt.

A *14. ábra* bal oldalán az ALPOK3 passzív radar által számított Range-Doppler mátrix látható fix propeller forgási sebesség mellett. Oldalán figyeljük meg, hogy az első távolságcellán Doppler-frekvenciában jól azonosíthatók a légcsavar forgása közben keltett harmonikus spektrális komponensek. A 14. ábra jobb oldalán több, növekvő rotor forgási sebesség méréséből kapott RD mátrix egymásra vetítve látható. Mivel a Budaörsi Repülőtéren két DVB-T adó is érdemben megvilágította a drónt, ezért a geometriából adódóan két különböző úthossz különbség is kialakult. Láthatóan a nagyobb eltéréshez tartozó megvilágítás gyengébb volt a repülőtéren.

Jelölje a 14. ábrán illusztrált Range-Doppler mátrixot a $|\chi(\tau,f)|^{(p)}$ függvény, ahol p a koherensen feldolgozott időintervallum indexét jelöli. Ekkor az adott távolságcellához tartozó Doppler irányú metszetekből készített mátrix $\left[|\chi(\tau=\tau_0,f)|^{(0)},|\chi(\tau=\tau_0,f)|^{(1)}\ldots|\chi(\tau=\tau_0,f)|^{(p-1)},\right]$ a 15. ábrán látható. Ebben a tartományban jól kivehető a légcsavar forgási sebességének időbeli változása.

Összességében a fenti kísérletek alapján kijelenthetjük, hogy a DVB-T alapú passzív radar technológia alkalmas a drónok felderítésére és annak eldöntésére is, hogy ténylegesen drónnal állunk-e szemben és nem madárral. Természetesen a kis méretű drónok felderítése sokkal kisebb hatótávolságú, mint például egy utasszállító repülőgépé, ugyanis egy kis méretű drónradar hatásos keresztmetszete ~ -20 dBm^2. Elméleti vizsgálataink és az eddigi mérésekkel nyert tapasztalataink alapján ez a felderítési távolság ~ 500 m, optimális megvilágítási feltételek mellett ~ 1 km.

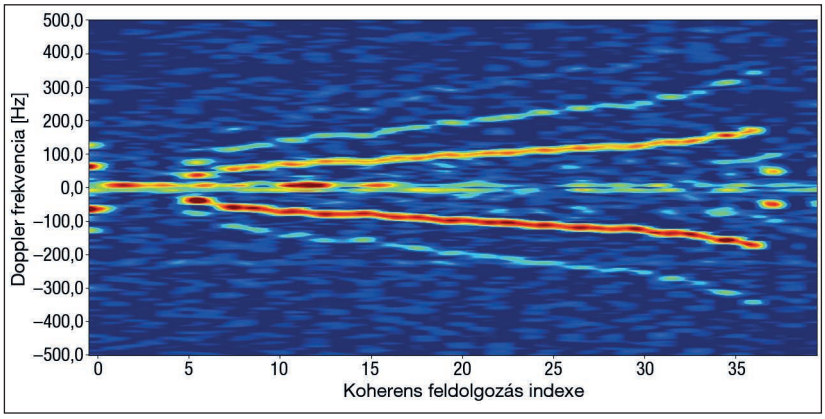
Célpontok észlelése, osztályozása, követése

Passzív radarokkal történő mérések során lehetőség adódik a mérésekből számított Range-Doppler mátrixok/képek, illetve multisztatikus passzív radar – pl. [1] – konfigurációk esetén az előállított Range-Crossrange (RC) mátrixok/képek alapján különféle célpontok képi információkon alapuló észlelésére, osztályozására és követésére is. Ezen módszerek használhatók önmagukban, vagy a jelfeldolgozáson alapuló „klasszikus” detektorok fúziójával is.

A mérések során keletkező RD, illetve RC képeken (*16. ábra,* illetve *17. ábra*) különféle képi jellemzők alapján lehetőség van célpontrégiók kinyerésére. Ilyen módszerek pl. Markov-modell illesztések [2] *(18. ábra.)* vagy képi jellemzők (pl. kontúr, irányultság, lokális mintázat) szerinti szegmentálásával [3] képesek célpontrégiók megadására.

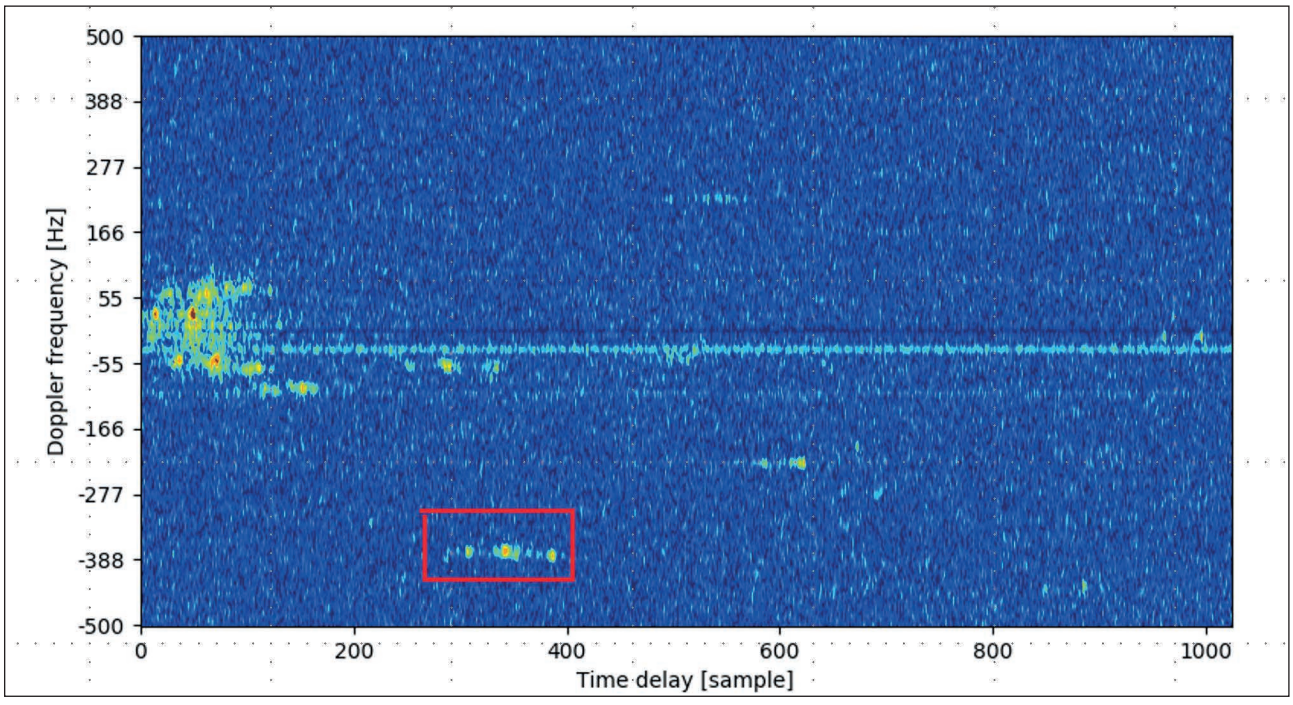
Az RD mátrixok képein lokális szűrési és összefüggő régiókeresési lépésekkel lehetőség nyílik célpontrégiók kijelölésére. A lehetséges célpontrégiókat ezután gépi tanulást alkalmazó, tulajdonság alapú követési algoritmusokkal képesek leszünk valós időben követni.

15. ábra. Hosszú távú idő – Doppler-frekvencia diagram

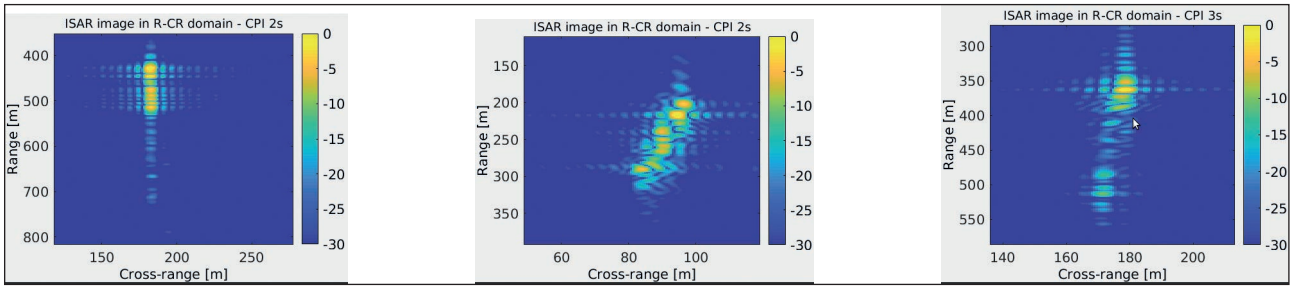


Egy követési algoritmus feladata az is, hogy nem valódi jelzéseket (amelyek nem valós mozgó célpontokról adott visszaverődésekből keletkeztek) időben kiszűrje, vagyis egy célpontkövetési megoldás egyúttal zajszűrőként is működik. Például egy gépi tanuláson alapuló követési algoritmusra [4] épített célpontkövetés és pályabecslés tipikusan hosszan és stabilan képes egy célpont mozgását követni, míg a nem valódi, vagy zajpontok pályája gyorsan megsemmisül (*2. táblázat*).

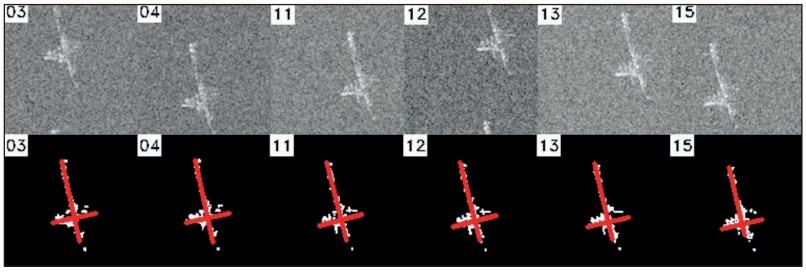
Fontos a célpontészlelések (detekciók) esetén is, lehetőleg még a követés előtt csökkenteni a nem valódi észlelések számát. A *19. ábra* egy lokális textúraszerű elforgatás és skála invariáns



16. ábra. Passzív radar RD mátrixa, piros téglalappal jelölt repülőgép célponttal

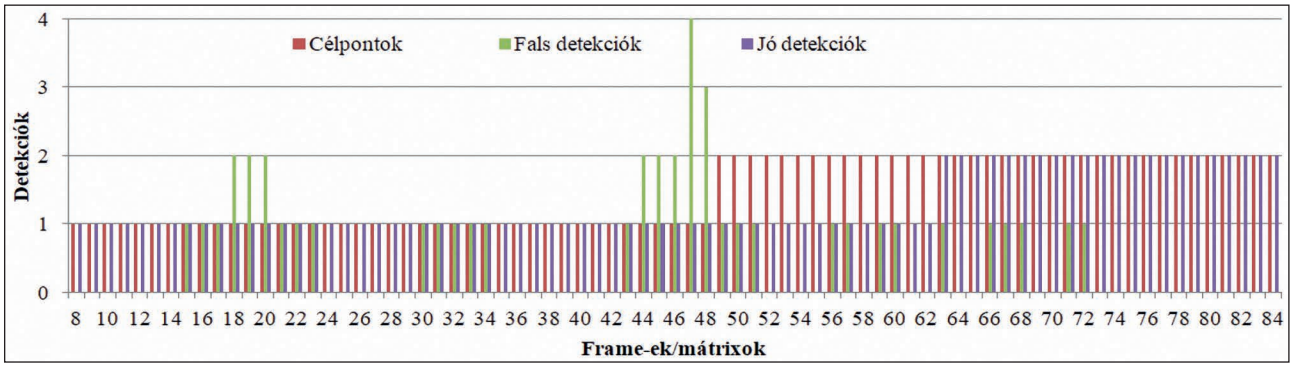


17. ábra. Multisztatikus passzív radar RC mátrixai



18. ábra. Mintaillesztésen alapuló célpont-detektor bemenetei, illetve kimenetei RC-képeken

19. ábra. Jó, illetve téves észlelések aránya egy felvételsorozaton



2. táblázat. Fals (FP) és valódi (TP) célpontok mozgáspályáinak átlagos élettartama a követés során

FP célpont ID	22	24	29	31	38	41	44	53	63	64	89	92	104	123	125
élettartam	7	2	19	4	5	2	3	1	2	1	4	4	4	1	7
átlag	4,40														
TP célpont ID	21	83													
élettartam	69	31													
átlag	50,00														

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	0.8	0.1	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0.1	0
B	0	0.7	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0.2	0.1
C	0.1	0	0.4	0.1	0	0	0.1	0.1	0	0	0.1	0.1
D	0.3	0	0	0.5	0	0	0	0.1	0	0.1	0	0.1
E	0	0	0	0	0.4	0.2	0	0	0.3	0	0	0
F	0	0	0	0	0.1	0.8	0	0	0.1	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	0.8	0	0	0	0	0.2
H	0	0.1	0	0	0	0	0.1	0.6	0	0.2	0.1	0.1
I	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0.9	0	0	0
J	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0.1	0
K	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0.8	0.1
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.8

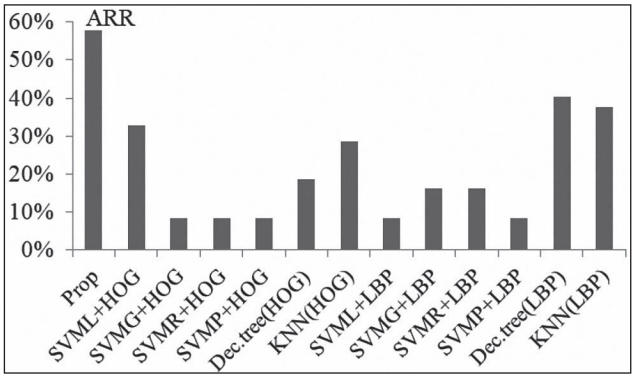
20. ábra. Osztályozási konfúziós mátrix

leírón [5] alapuló észlelési megoldás jó, illetve fals észleléseinek arányát mutatja egy felvételen. Általában elkerülhetetlenek a fals jelzések, ezért robusztus algoritmusok a detekciós és követési lépések fúziójával érnek el stabilabb működést.

Passzív radar felvételeiből számított képekből kinyert célpontok osztályozására is folynak kutatási munkák. A *20. ábra* és a *21. ábra* az általunk kidolgozott osztályozási megoldás [3] konfúziós adatait szemlélteti 12 osztály (A-L) esetén, illetve összehasonlítást ábrázol egyéb, szintén képi jellemzőkön alapuló osztálybecslési lehetőségekkel.

Ezen kutatás-fejlesztési irányok azt mutatják, hogy létezik valós és használható lehetőség passzívradar-mérések képi nézőpontú feldolgozására, mind detekciós, mind követési vagy osztályozási célból. Természetesen számos

21. ábra. Összehasonlítás egyéb, képi jellemzőkön alapuló osztálybecslési lehetőségekkel (A „Prop" oszlop jelöli a szerzők által kidolgozott módszert)



(Illusztrációk a szerzők gyűjteményéből.)

továbbfejlesztésre és jelentős robusztusság-növelésre is van lehetőség, amelyek felderítése állandó célja a területen folyó kutatásoknak.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki a Magyar Honvédség Modernizációs Intézetnek a passzív radar kutatás-fejlesztési munkájuk támogatásáért.

Források

[1] Capria, Amerigo, Elisa Giusti, Christian Moscardini, Michele Conti, Dario Petri, Marco Martorella, and Fabrizio Berizzi. "Multifunction Imaging Passive Radar for Harbour Protection and Navigation Safety." *IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine* 32, no. 2 (2017): pp. 30–38. https://doi.org/10.1109/maes.2017.160025;

[2] Benedek, C., and M. Martorella. "Ship Structure Extraction in ISAR Image Sequences by a Markovian Approach." *IET International Conference on Radar Systems (Radar 2012)* (2012). https://doi.org/10.1049/cp.2012.1615;

[3] Manno-Kovacs, Andrea, Elisa Giusti, Fabrizio Berizzi, and Levente Kovacs. "Image Based Robust Target Classification for Passive ISAR." *IEEE Sensors Journal* 19, no. 1 (2019): pp. 268–276. https://doi.org/10.1109/jsen.2018.2876911;

[4] Babenko, B., Ming-Hsuan Yang, and S. Belongie. "Robust Object Tracking with Online Multiple Instance Learning." *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 33, no. 8 (2011): pp. 1619–1632. https://doi.org/10.1109/tpami.2010.226;

[5] Guo, Zhenhua, Lei Zhang, and David Zhang. "Rotation Invariant Texture Classification Using LBP Variance (LBPV) with Global Matching." *Pattern Recognition* 43, no. 3 (2010): pp. 706–719. https://doi.org/10.1016/j.patcog.2009.08.017;

[6] Bunkóczi Sándor, Papp Tamás. „Bisztatikus passzív rádiólokáció." *Repüléstudományi Közlemények*, Különszám II. (2001): pp. 187–194.;

[7] Szökrény Zoltán. „A radar mint a légtér valós idejű információforrásának szenzora." *Bolyai Szemle* 25. évfolyam, 4. szám (2016): pp. 80–100.;

[8] Szüllő Ádám. „Passzív radarrendszer a légi felderítésben – WAMLAT." *Repüléstudományi Közlemények* 24. évf. 2. szám (2012): pp. 706–717.;

[9] Pető Tamás, Dudás Levente, Seller Rudolf. „DVB-T alapú passzív radar." *Repüléstudományi Közlemények* 26. évf./ 2. szám (2014): pp. 489–498.



1. ábra. A Fusion Vital rendszer a méréseihez harcirepülőgép-szimulátort alkalmazott (Fotó: Merckle Bálint)

Dr. Hegedűs Ernő – Szivák Petra***

NATO Védelmi Innovációs Nap

Tudósítás az MH Modernizációs Intézet nemzetközi rendezvényéről

Bevezetés

2019. október 29-én a NATO Szövetséges Transzformációs Parancsnokság (NATO ACT – North Atlantic Treaty Organization Allied Command Transformation) és a Magyar Honvédség Modernizációs Intézet (MH MI) közös szervezésben *NATO Innovációs Kihívás – NATO Innovation Challenge 2019* (a továbbiakban: NIC) címmel tartott angol nyelvű, nemzetközi tudományos rendezvényt – Védelmi Innovációs Nap keretében – Budapesten, a Stefánia Palota Honvéd Kulturális Központban[1]. A rendezvény fővédnöke dr. Benkő Tibor honvédelmi miniszter volt. A Zrínyi 2026 honvédelmi

ÖSSZEFOGLALÁS: 2019. október 29-én a NATO Szövetséges Transzformációs Parancsnokság és a Magyar Honvédség Modernizációs Intézet közös szervezésben NATO Innovációs Kihívás – NATO Innovation Challenge 2019 címmel tartott angol nyelvű, nemzetközi tudományos rendezvényt Budapesten. Az eseményre világszerte regisztráltak és a legjobb 10 csapat kapott lehetőséget, hogy munkáját bemutassa a budapesti döntő fordulóban. A NATO Védelmi Innovációs Nap rendezvény része volt a NATO Innovációs Kihívás, a startup cégeket mentoráló Speed Mentoring rendezvény és egy szakkiállítás is. A rendezvény meghatározó jelentőségű volt a Zrínyi 2026 haderőfejlesztési program szempontjából is.

KULCSSZAVAK: NATO, Szövetséges Transzformációs Parancsnokság, Innovációs Kihívás, haditechnikai kutatás-fejlesztés, MH Modernizációs Intézet, Zrínyi 2026 haderőfejlesztési program

ABSTRACT: On 29 October 2019 in Budapest, the NATO Allied Command Transformation in cooperation with the Institute of Modernization of the Hungarian Defence Forces organized an English-language international scientific event with the title NATO Innovation Challenge 2019. Registrations for the event were made from all over the world, and the 10 best teams were given an opportunity to demonstrate their work in the final round in Budapest. The following events were included in the NATO Defence Innovation Day: the NATO Innovation Challenge, the Speed Mentoring event encouraging the startup businesses and also an exhibition. The event was also crucial for the Zrínyi 2026 Defence and Armed Forces Development Programme.

KEY WORDS: NATO, Allied Command Transformation, Innovation Challenge, military technological research and development, Institute of Modernization of the Hungarian Defence Forces, Zrínyi 2026 Defence and Armed Forces Development Programme

* Mérnök alezredes, PhD, NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Haditechnikai Tanszék. ORCID: 0000-0001-8457-5044
** MH Modernizációs Intézet. Haditechnika szerkesztőasszisztens. ORCID:0000-0002-5040-8739

DOI: 10.23713/HT.54.1.10



2. ábra. A NATO Innovation Challenge rendezvény zsűrije és a kerekesszékben ülő nyertes brit versenyző

és haderőfejlesztési program haditechnikai kutatás-fejlesztéshez és innovációhoz kötődő feladatainak támogatására 2019 januárjában alakult meg a Magyar Honvédség Modernizációs Intézet. Az Intézet célja a Magyar Honvédség haditechnikai fejlesztése, új ötletek, innovációk és eljárások meghonosítása, a hazai védelmi ipar újjáélesztésének elősegítése, valamint a Zrínyi 2026 program egyik kiemelten fontos elemeként a katonák kognitív képességeinek fejlesztése. E speciális szakterület fejlesztési anyagának kidolgozását az MH MI Innovációs Stratégiai Osztálya Szarka Csaba ezredes osztályvezető irányításával kezdte meg. Ennek egyik jelentős mérföldköve volt a 2019 áprilisban megrendezett *Digitális Katona 2.0 – Fókuszban a katona* című tudományos nemzetközi konferencia[2], amely sikerének köszönhető, hogy a NATO ACT-tel együttműködésben, az MH MI szervezte a NIK döntőjét Budapesten.

A NATO Innovációs Kihívás a NATO 29 tagállama és a partnerországok számára meghirdetett, nyílt felhívásos verseny.

A NATO ACT és az MH MI egyaránt fontos célnak tekinti a katonák kognitív képességfejlesztését, amelyhez a NIK három fő témaköre is kapcsolódik: vezetői és döntési képességek, a pszichikai ellenálló képesség fejlesztése, valamint az ember és gép együttműködésének optimalizálása.

Az innováció trendjei, a rendezvény útja Budapestig

A XXI. század modern hadviselésének egyik központi eleme a csúcstechnológia, ami jelentős kihívást jelent a haditechnikai kutatás-fejlesztés és innováció, továbbá a hadiipar számára. Robothadviselés, mesterséges intelligencia, űrhadviselés, kiberhadviselés, ember-gép együttműködés, hálózatközpontú hadviselés, elektronikai harc, hiperszónikus fegyverek, lopakodó technológia, különleges műveletek, GPS vezérelt precíziós fegyverek, műholdas hírközlés stb. – ezek a korszerű hadviselés kulcsszavai, amely területek technológiai fejlődése egyre dinamikusabb. A 2016 évi varsói NATO-csúcson már megfogalmazták a kiberhadviselés haderőnemi szintű képviseletének, illetve a fejlett technológiák és innovatív megoldások alkalmazásának fokozott szükségességét.[3] Ezzel összefüggésben megszületett a döntés „a védelmi ipari és kutatási együttműködés erősítésének elősegítéséről Európában és az atlanti térségben”.[4] Ennek érdekében a NATO ACT évente két Innovációs Kihívás rendezvényt szervez. A 2018. évi NATO Innovációs Kihívás rendezvényén Denis Mercier vezérezredes, a Szövetséges Transzformációs Parancsnokság parancsnoka megfogalmazta: *„az ACT feladata a katonai képességek növelése … annak figyelembevételével, hogy a digitális transzformáció jelentősen átalakítja a hagyományos hadiipart és hadviselést … ehhez keresünk innovatív megoldásokat.”*[5] A digitális transzformáció hadviselésre, hadiiparra, haditechnikai eszközökre és az emberre gyakorolt hatásaival a hazai haditechnikai kutatás-fejlesztés szakemberei és kutatói is foglalkoznak az utóbbi években.[6] Ahhoz azonban, hogy a NATO Innovation Challenge Budapestre kerüljön, többet kellett tenni az elméleti kutatásoknál és cikkek publikálásánál: nemzetközi szintű tudományszervezési eredményre volt szükség.

A NIK rendezvény hazai megrendezéséhez olyan szervezetet kellett bevonni, amely teljes keresztmetszetében képviseli a magyar haditechnikai kutatás-fejlesztést és innovációt. A hazai haditechnikai kutatás-fejlesztés szervezeti keretét az e terület képviseletéért felelős Magyar Honvédség Modernizációs Intézet biztosítja. Az MH MI munkatársai alaprendeltetésből fakadó kutatás-fejlesztési feladataik kapcsán folyamatosan tartják a kapcsolatot a hazai és külföldi kutatóintézetekkel, a Magyar Tudományos Akadémia, a NATO Kutatás és Technológia Szervezet (NATO STO) és az Európai Védelmi Ügynökség (EDA) szervezeteivel, illetve az egyetemi intézményekkel. Széleskörű publikációs tevékenységet folytatnak tudományos folyóiratokban magyar és idegen nyelven. Az intézet nemcsak a hazai védelmi innovációs ökoszisztémát igyekszik összefogni, hanem a nemzetközi színtéren megjelenő újdonságokat is figyelemmel kíséri.

3. ábra. A NATO Innovációs Kihívás rendezvény logója a NATO weboldalán



4. ábra. Dr. Maróth Gáspár a nemzeti védelmi ipari és védelmi célú fejlesztésekért, valamint a haderő-modernizáció koordinálásáért felelős kormánybiztos





5. ábra. Poul Primdahl dandártábornok, a NATO Szövetséges Transzformációs Parancsnokság képességfejlesztési vezetőjének helyettese

A NATO szakértői munkacsoportja az elmúlt évek kutatásai alapján a jövőben kiemelten kezelendő fejlesztési területekként azonosította azokat a témákat, amelyek innovatív megvalósítását a NATO Innovációs Kihívás célozza. A fő irányadóként megjelölt fejlesztési témakörök egybeesnek a hazai képességfejlesztési célkitűzésekkel is.

A NATO Innovációs Kihívás prominens jellegét jól mutatja, hogy a NATO internetes oldala vezető anyagként publikálta az arra szóló felhívást.[7] A rendezvényről rövid videót állított össze a Stefánia Palota és Honvéd Kulturális Központ.[8]

Innovációs Kihívás – Innovation Challenge 2019

A Budapesten megrendezett verseny döntőjén jelen volt a hazai innovációs ágazat számos fontos képviselője, valamint a NATO delegáltjai, illetve az Innovációs Kihívásra érkező külföldi cégek szakemberei.

A rendezvény megnyitóján felszólalt Filótás István György dandártábornok, az MH Modernizációs Intézet parancsnoka, aki elmondta, hogy a korábbi időszakban a háborúk kimenetele, sikeressége az ország és hadserege méretének volt a függvénye, napjainkban azonban az innováció, a flexibilitás és a tudás, illetve a technológia határozza meg a sikerességet.

A NATO ACT-vel együttműködésben szervezett Innovációs Kihívásra több mint száz csapat regisztrált a világ számos országából, amelyek közül – nemzetközi szakmai zsűri válogatása alapján – a tíz legjobb mutatkozhatott be Budapesten. Az eseményen élőben vagy online bejelentkezésen keresztül mutathatták be a csapatok megoldási javaslatukat. A döntő versenyzői röviden ismertették projektjüket, majd megválaszolták a nemzetközi zsűri kérdéseit.

A csapatok a projektjeikben a NATO által megadott aktuális problémákra kerestek megoldást. A fő témakörök a vezetői és döntési képesség, illetve a pszichikai ellenálló képesség fejlesztése, valamint az ember és gép együttműködésének optimalizálása voltak. A nemzetközi zsűri tagja volt többek között Filótás István György dandártábornok, az MH MI parancsnoka, Poul Primdahl dandártábornok, a NATO ACT képességfejlesztési vezetőjének helyettese, dr. Porkoláb Imre ezredes, a honvédelmi tárca nemzeti fegyverzeti igazgatójának kutatás-fejlesztésért és innovációért felelős helyettese, valamint Ács Zoltán a hadfelszerelés modernizációjának kormányzati koordinátora. A NATO a döntőbe jutott projektek közül néhányat a jövőben meg kíván valósítani, azaz támogatja azok megvalósulását. A NIC döntőjébe jutott csapatok: az Anticipe, a Neulearn, a Masa, a Think Deep Ai, a Sana, az SRLDashTics, a Virdys, a NeuroTracker, a Hazardous, valamint a magyar Motivive nevű csapat.

Az innovatív megoldások között szerepelt: a Mental Resilience Prepare, Maintain and Recover (Sanahealth) rendszer. A fejlesztő egy balesetet követően kerekesszékbe kényszerült. A brit vállalkozó által kifejlesztett bioterápiás szemüveg – felsővezetőknek, döntéshozóknak szánt relaxációs készülék – javítja a kognitív teljesítő képességet, csökkenti a fájdalmat, növeli a regenerálódó képességet. Az EEG-alapú technológiával működő neuro-modulációs módszerrel 2018-ban és 2019-ben 90 fő bevonásával végeztek méréseket. Az eszköz használatával, akár már negyedóra alatt is érzékelhető javulás mutatkozhat a kognitív képességek területén.

Az SRL (Self-Regulated Learning) tanulást támogató szoftver a személy pszichológiai, metakognitív forrásait mozgósítja a kedvezőbb eredmény elérése érdekében.

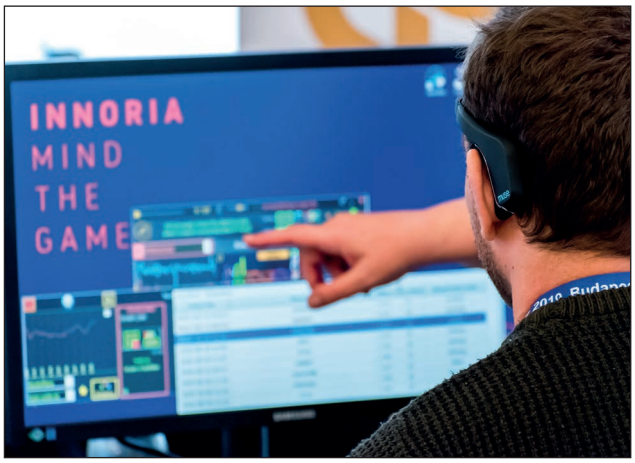
A Neuro Tracker döntés támogató eljárás az éberséget, a koncentráló képességet és a vizuális észlelési képességet javítja, emellett segíti a memória működését is. A rendszert sportolókon tesztelték, akik körében 47%-ról 28%-ra csökkentette a hibás döntések arányát. Lehetséges katonai alkalmazását a különleges műveleti erők tesztelték, a légierő a repülésirányítók képességeit kívánja ezzel az eljárással javítani.

A Collaborative and Immersive First Responder Training System egy krízismenedzselési rendszer, amely hatékonyan támogatja a döntési folyamatot a katonai tevékenységekre jellemző krízishelyzetekben. Az eljárás Virtual Reality szimulációval működik, amely levetíti a krízishelyzetet, a rendszer pedig vizsgálja az egyén döntéseit, pszichés reakcióit.

Az Understandable AI (Artificial Intelligence) for NATO rendszer válsághelyzetek kezelését támogatja gyorsan változó környezetben, például katasztrófahelyzet során. Az EEG-alapú tanulást támogató szoftver mesterséges intelligencia alapú szimulációval rendelkezik. A módszer elsősorban az „információs stressz” kezelésére alkalmas, hiszen pszichés nyomás alatt csökken az egyén képessége a környezeti információk feldolgozására, megértésére, amit a rendszer a mesterséges intelligenciával kompenzál. A beérkező információk rendszerezésével jelentősen csökkenti az információ-túlcsordulás esélyét.

A startup cégek mentorálása – a Speed Mentoring rendezvény

A Védelmi Innovációs Napon a délelőtti órákban a startup cégek és mentorok találkoztak. A rendezvény során hazai startup cégek kaptak választ szakmai, pénzügyi, menedzsmenttel kapcsolatos és katonai témájú kérdéseikre, könnyebb és gyorsabb fejlődésük érdekében. A Speed Mentoring – Gyors mentorálás című rendezvényt Ács Zoltán, a hadfelszerelés modernizációjának kormányzati koordinátora nyitotta meg, aki üdvözölte a Magyar Honvédség és a hadiipar képviselőit és kiemelte, hogy a rendezvény célja a startupok és a védelmi szféra találkozásának elősegítése. Elmondta, hogy napjainkban a klasszikus hadiipar mellett a startupok fokozott szerepvállalásával kell számolni. Ezt követően bemutatkoztak a neves egyetemekről és intézetekről érkezett mentorok, illetve a stratupok képviselői, majd zárt ülésen megkezdődött a mentorálási tevékenység. A rendezvényen a startupok képviselői forgószínpadszerűen találkoztak az egyes mentorokkal. Mintegy három óra alatt számos feltörekvő cég ismertette a haditechnikai kutatás-fejlesztéshez kötődő fej-



6. ábra. Az Innoria Kft. Neuroscience alapú kognitív képesség-fejlesztő szoftverének felülete (Fotó: Merckle Bálint)

lesztési projektjét a pályázatban meghirdetett három terület valamelyikén. A Speed Mentoring-on a magyar Motivive, a Growberr, Aeriu, Collmott, Platio, AerinX, Agron, Continest, valamint a Sana csapata vett részt. A mentorok Kovács Miklós, Vattay Dániel, Pereczes János, Gaál Norbert, Dedics Zsigmond, Jeremy J. Cronin (USA), Boa László és Martin Kaszubowsky (USA) voltak.

A mentoráltak általános tanácsokat is kaptak projektjük megvalósításához, ám ennél fontosabb volt, hogy a maguk számára kiválasztották azt a szakmérnököt vagy egyetemi kutatót, akinek szakterülete leginkább közel áll fejlesztési témájukhoz.

A magyar Motivive[9] által fejlesztett termék segítségével – játékos módon – növelni lehet például a pszichés és társadalmi ellenálló képességet úgy, hogy a felhasználók előre felkészülhetnek a különböző kihívásokra. A Motivive egyfajta stratégiai játékhoz hasonló kognitív fejlesztő programja szoros összefüggést teremt a való élettel, a feladatok és a kihívások fejlesztik a személyiséget. A magyar cég a mentális képességek, a csoportmunka, az egyéni teljesítőképesség és a megküzdés képességének javítását tűzte ki célul. A cég szoftverfejlesztő szakemberekből, pszichológusokból illetve játékmodellező-fejlesztőkből áll. A Motivive tudományos együttműködést folytat a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemmel, az Eötvös Loránd Tudományegyetemmel és a Budapesti Corvinus Egyetemmel. Szakembereik egy része egyetemi szakkollégiumokban tart kurzusokat a programról. Csíkszentmihályi Mihály[10] elmélete alapján a játék kihívásai, feladatai a flow állapot elérését célozzák.

7. ábra. A Fusion Vital rendszer méréseihez alkalmazott repülőhajózó sisak (Fotó: Merckle Bálint)





8. ábra. Kis méretű UAV quadrokopter (Fotó: Merckle Bálint)



9. ábra. Az UAV kamerarendszere védőburkolattal (Fotó: Merckle Bálint)

Lehetővé válik az érzelmi tudatosság mérése, illetve az elköteleződés megteremtése is. A program a kiképzésnek is része lehet, de a bevont személyek a mindennapi munkavégzés során is kaphatnak kihívásokat a program segítségével, ami lehetővé teszi a folyamatos képességfejlesztést. Hazai nagyvállalatok már eredményesen alkalmazzák ezt a rendszert, amellyel a fejlesztő cég több díjat is elnyert. A program segítségével kommunikációs technikák is gyakorolhatók a honvédség állománya körében.

Az alkalmi szakkiállítás

A szakmai napon rendezett kiállításon a hazai és nemzetközi innovációs szféra képviselői mutatták be a NATO Innovation Challenge témáihoz kapcsolódó termékeiket, projektjeiket, terveiket. A kiállító vállalatok és intézmények az ALEAS Hungary Kft., a Fusion Ball Kft., a SkillDict, az Innoria Kft., a PTE & Speeding Kft., a Motivive, Gödöllőről a SZIE, a kiképzés-technikai eszközökkel is foglakozó CAE Engineering Kft, az AxoSuits és a Sana voltak.

A Fusion Ball Kft. által kifejlesztett Fusion Vital rendszer szimulátora, pulzusvariancia technológia alapján objektív visszajelzést ad többek között arról, hogy mindennapi tevékenységünk mennyi és milyen mértékű stresszterhelést jelent, fizikai aktivitásunk elegendő-e egészségünk és fittségünk megőrzéséhez, energiaháztartásunk egyensúlyban van-e. A Fusion Vital mérések Bodyguard 2 készülékkel zajlanak. Maga az eszköz látja el az egyik EKG-elektróda szerepét, amely közvetlenül a jobb oldali kulcscsont alá helyezhető, míg a kábel végén található másik elektróda kerül a szív alá, a bal oldalra. A műszer képes rögzíteni a szervezet fiziológiás jellemzőit. A Magyar Honvédséggel jelenleg a lövész, ejtőernyős és repülőhajózó állományon folytatnak méréseket, barokamrás és hypoxia hangover vizsgálatokat is beiktatva. A 2019-es, hazai rendezésű NIC nyertes brit cég termékét a Fusion Vital rendszerrel validálták.

A Pécsi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar delegációja élen járó technológiák felvonultatásával



10. ábra. Mozgássérült személy járóképes az exoskeletonnal (Fotó: Merckle Bálint)

vett részt a szakmai kiállításon, ahol a PTE 3D project került bemutatásra, különös tekintettel humán exoskeletonokhoz (mesterséges külső vázhoz) kötődő NATO IOD Exoskeleton Expert Research Team-ben való tevékenységükre.

Az Innoria egy olyan EEG készülék adatait használó szoftvert mutatott be, amely valós időben ad állandó visszajelzést a felhasználók agyhullámairól, lehetővé téve ezzel az idegrendszer állapotának tudatosabb befolyásolását, több felhasználó esetén a tudatállapotok összehangolását. A szoftver részét képezik olyan egyszerű játékok is, amelyek egyfajta edzésként szolgálnak ezen képesség fejlesztésében.

Az Aleas Simulations, Inc. Fligby elnevezésű játék egy olyan szimuláció, ahol a felhasználónak egy fiktív kaliforniai borászat új vezetőjeként kell döntéseket hoznia és beosztottjait irányítva felvirágoztatnia a cégét. A játék valójában egy vezetői képességeket felmérő és fejlesztő szoftver, amely a végigjátszást követően a felhasználó 29 részképességéről ad részletes visszajelzést. A program tudományos alapját szintén Csíkszentmihályi Mihály flow elmélete adja. Az amerikai hadsereg után most már a Magyar Honvédség is használja.

Innovációs est

A rendezvény Innovációs Esttel zárult, ahol a hazai és nemzetközi meghívottak, a döntő zsűrijének tagjai, katonai és civil innovációs szakemberek, valamint vállalkozások képviselői vettek részt. Az Innovációs esten sor került a NATO első díjának és a Magyar Honvédség különdíjának átadására, ipari és felsőoktatási együttműködő partnerek által megtartott beszédekre, valamint a jelenlevő szakembereknek lehetőségük nyílt nemzetközi kapcsolatépítésre, eszmecserére.

Poul Primdahl dandártábornok, a NATO Szövetséges Transzformációs Parancsnokság képességfejlesztési veze-

tőjének helyettese az innováció szerepéről beszélt. A NATO-műveletek komplexitása megköveteli a csúcstechnológia alkalmazását. Az innovatív megoldásokat be kell hozni a hadiiparba, ez az Innovation Challenge fő feladata – mondta.

Dr. Maróth Gáspár, a nemzeti védelmi ipari és védelmi célú fejlesztésekért, valamint a haderő-modernizáció koordinálásáért felelős kormánybiztos a pályázat díjátadóján megtartott záróbeszédében hangsúlyozta, hogy a kormány elkötelezett a Magyar Honvédség fejlesztése mellett, és a megfelelő forrásokat a Zrínyi 2026 haderőfejlesztési program rendelkezésére bocsájtja. Elmondta, hogy mintegy 100 szakmai szervezet érdekelt a NATO Innovation Challenge-ben. A védelmi ipari szektor és a Magyar Honvédség szintén érdekelt abban, hogy alternatív megoldásokat, innovációt keressen. A kormánybiztos úgy fogalmazott, hogy a haderőfejlesztési program megfelelő anyagi és időkeretet biztosít ahhoz, hogy a hadsereg modernizációját végrehajtsák. Ugyanakkor a hazai hadiipar fejlesztése is fontos cél, ennek a gazdaságra és a kutatás-fejlesztésre is hatással kell lennie. Szükség van egy összekötő, koordináló szerepű szervezetre, amely kapcsot tart a startupokkal, a gazdaság szereplőivel és a felsőoktatással. A régió védelmi innovációs központja Budapesten jönne létre, így az olyan rendezvények, mint a NATO Innovációs Kihívás, a jövőben sokkal nagyobb hangsúlyt kaphatnak. A kormánybiztos emlékeztetett arra, hogy már most is egymásra épülő fejlesztéseket kezdeményeznek, amelyek nemcsak korszerű eszközöket jelentenek a katonáknak, hanem gazdasági lehetőséget és modern technológiákat az országnak. Erre példa az Airbus konszern, amely Magyarországon is kialakít egy helikopter-alkatrészeket gyártó üzemet. Az új gyár létrehozásáról 2018 decemberében született döntés, amelyhez létrehozzák a megfelelő kutatási és oktatási hátteret is. Szintén pozitív példa a zalaegerszegi tesztpálya, ahol önvezető járművekkel kísérleteznek. A próbapályáját a tervek szerint katonai vizsgáló területtel egészítik ki. Az autonómjármű technológiák fejlesztéséhez oktatási és intézeti háttér is szükséges, amelyet a honvédség polgári kutatókkal együttműködésben kíván megteremteni. Az egymásra épülő fejlesztésekre jó példa a Kibervédelmi Akadémia megalapítása is, ahol arra is találhatnak választ, hogy miként lehet megvédeni ezeket az önvezető harcjárműveket az elektronikus vírusoktól.

Szabó István rektor-helyettes a gödöllői Szent István Egyetem képviseletében elmondta, hogy korábban egyetemükön hosszú ideig zajlott katonaimérnök-képzés, amely elsősorban a harc- és gépjárművekhez, illetve kutatási szinten a terepjáró képességhez kötődött. A felsőoktatási intézmény számára rendkívül ígéretes területet jelenthet az off-road autonóm járművek jövőbeni fejlesztése, ahol együttműködési lehetőség nyílik a hadiiparral és a Magyar Honvédséggel. Az egyetemen a védelmi iparhoz kötődően jelenleg is számos kutatás zajlik: gyorsétel-csomagok, mesterséges intelligencia, UAV-fejlesztés, ember-gép kapcsolat fejlesztése.

A záró rendezvényen John Traborda, az Embraer repülőgépgyár képviselője ismertette a cég termék-portfólióját, amelyben egyaránt szerepelnek polgári és katonai repülőgépek. A cég UAV-fejlesztéssel is foglalkozik, emellett mérnökeik már a jövő légi közlekedését tervezik, amelynek egyik legfontosabb területe a városon belüli légi taxi szolgáltatásra alkalmas légi járművek fejlesztése és gyártása. Hajdú József a CAE Engineering Kft. képviseletében ismertette, hogy a Magyar Honvédség számára kiképzési eszközöket kívánnak értékesítésre felajánlani, emellett magyar mérnököket vonnak be a *Digital Intelligence* program keretében egyes kutatás-fejlesztési feladatokba. Vécsey Zsadány az ALEAS Hungary Kft. képviseletében a kutatás-fejlesztési tevékenységet méltatta VUCA[11] környezetben.

Dr. Porkoláb Imre ezredes, a Nemzeti Fegyverzeti Igazgató kutatás-fejlesztésért és innovációért felelős helyettese úgy fogalmazott, kiváló témákat választottak az induló csapatok, hiszen a megoldásaikkal jobban, gyorsabban és olcsóbban lehet fontos problémákat megoldani. A bemutatott ötletek közül kiemelte a fődíjas brit csapat teljesítményét. Kiváló ötlet volt a különdíjjal jutalmazott magyar fejlesztésű Motivive nevű szoftver is. A versenyen szerepelt a stratégiai tervezés és döntés területén használható mesterséges intelligencia, valamint harctéren alkalmazható, számos különböző okosszemüveg is. Az ezredes rámutatott, külön díjazták, hogy ha egy ötletnek – az elérhető ára mellett – nemcsak katonai, hanem civil felhasználása is lehetséges. *„Én személy szerint a legérdekesebbnek valóban azokat a megoldásokat tartottam – ami a kiírásban is szerepelt –, hogy miként tudjuk kognitívan és mentálisan is fejleszteni a katonákat, sokoldalúan felkészítve őket a jövő hadviselésére. ... Az Innovation Challenge rendezvényen a NATO is ezeket a megoldások preferálta*" – fogalmazott dr. Porkoláb ezredes.

A rendezvényt a zsűri értékelése zárta. Az Innovációs Nap gáláján Poul Primdahl dandártábornok, a NATO Szövetséges Transzformációs Parancsnokság képességfejlesztési vezetőjének helyettese és Filótás István György dandártábornok, az MH Modernizációs Intézet parancsnoka átadta a rendezvény fődíját a nyertes brit csapat, a Sana cég képviselőjének. A kerekesszékes brit versenyző és projektvezető, Richard Hanbury vette át a díjat. Ezt követően dr. Maróth Gáspár hadiiparért felelős kormánybiztos különdíjat adott át a versenyen eredményesen szereplő magyar cégnek.

Jegyzetek

1 Nyulas Szabolcs: „Védelmi innovációs napot tartottak a fővárosban" (Letöltve: 2019. 10. 29.) https://honvedelem.hu/cikk/vedelmi-innovacios-napot-tartottak-a-fovarosban/;
2 Dr. Hegedűs Ernő – Szivák Petra: A jövő digitális katonája és kognitív képességei – beszámoló a Digital Soldier 2.0 nemzetközi konferenciáról. Haditechnika 53. évf. 3. sz. (2019) pp. 52–57. https://doi.org/10.23713/HT.53.3.10.
3 NATO Launches the Innovation Challenge https://www.act.nato.int/articles/nato-launches-innovation-challenge (Aug 28, 2019.)
4 Tálas Péter: A varsói NATO-csúcs legfontosabb döntéseiről. Nemzet és Biztonság 2016/2. szám 97. o.
5 General Denis Mercier at the Innovation Challenge 2018. NATO - Allied Command Transformation (ACT). https://www.facebook.com/NATO.ACT/videos/10155654304610686/
6 Porkoláb, Imre: „Szervezeti adaptáció a Magyar Honvédségben: küldetésalapú vezetés 2.0 a digitális transzformáció korában." *Honvédségi Szemle* 147, 1 (2019) pp. 3–12. , 10 p. illetve Porkoláb Imre: "Szervezeti innováció a Magyar Honvédségben: az ember-gép szimbiózisa a stratégiaelméletek tükrében." *Haditechnika* 53. évf, 1. szám (2019) https://doi.org/10.23713/HT.53.1.01 és Porkoláb Imre: "Az innováció hatása a hadviselésre." *Hadtudomány*, 26. évf, 1-2 (2016) pp. 19–28.
7 NATO Innovation Challenge. https://www.innovationhub-act.org/nato-innovation-challenge
8 Összetett fejlesztésekre van szükség. Stefánia Palota és Honvéd Kulturális Központ, https://www.youtube.com/watch?v=6h_W952P-c4
9 Motivate.com
10 Széchenyi-díjas magyar-amerikai pszichológus. A flow-élmény, vagyis egy nagyon összpontosított elmeállapot pszichológiai koncepciójának megalkotója. Jelenleg a Claremont Graduate University Pszichológia és Menedzsment tanszék professzora.
11 VUCA (A betűszó négy angol szó kezdőbetűiből áll össze. Jelentésük: V – volatility: változékonyság; U – uncertainty: bizonytalanság; C – complexity: komplexitás; A – ambiguity: kétértelműség);

(Fotók: Ahol másképp nem jelöltük a szerzők gyűjteményéből.)

*Dr. Hegedűs Ernő**

MTA bizottságok kihelyezett ülése a ZalaZone járműipari tesztpályán

Az autonóm katonai járművek tesztelésének műszaki lehetőségei

Bevezetés

Az MTA Közlekedés- és Járműtudományi Bizottsága 2019. szeptember 18-án tartotta idei harmadik, ezúttal a Logisztikai Osztályközi Állandó Bizottsággal együttes, az épülő ZalaZone Járműipari Tesztpálya meglátogatásával egybekötött, kihelyezett ülését, amelynek témája az autonóm járművek fejlesztésével kapcsolatos kutatási-fejlesztési és oktatási tevékenység volt. A ZalaZone Járműipari Tesztpálya elsősorban az önvezető járművek tesztelésére épült. A kihelyezett ülés előadásai is erre a témára koncentráltak. Közülük egy a Zalaegerszegen jövőben kialakítandó katonaijármű-tesztpályarészről tájékoztatott, ahol hazai fejlesztésű autonóm off-road járművek – UGV-k (Unmanned Ground Vehicle – vezető nélküli szárazföldi robotjármű) – tesztelésére lenne lehetőség. Jelen beszámoló az MTA két érintett bizottságát, valamint a bizottságok katona tagjait is bemutatja. Ismertetésre kerülnek az MTA bizottságok kihelyezett ülésének előadásai is, különös tekintettel a katonaijármű-tesztpályarészre. Kiemelendő, hogy a Zrínyi 2026 haderőfejlesztési program során döntő fontosságú mind a szárazföldi robotjárművek fejlesztésének kérdése, mind az MTA-val fenntartott szakmai-tudományos kapcsolatok, az ismertetett rendezvény pedig mindkét területet érintette.

Az MTA Közlekedés- és Járműtudományi Bizottsága

A Magyar Tudományos Akadémia Közlekedés- és Járműtudományi Bizottsága (KJTB) az MTA IV. Műszaki Osztályához tartozik. A Közlekedés- és Járműtudományi Bizottság – illetve az osztály – által gondozott tudományterületek: akusztika, anyagtudományok-technológiák, automatizálás-számítástechnika, áramlás-hőtechnika, elektrotechnika, elektronikus eszközök-technológiák, energetika, építészettudomány, gépszerkezettan, informatika, közlekedéstudomány, metallurgia, szál- és kompozit-technológia, szilárd testek mechanikája, távközlési rendszerek, vízgazdálkodás-tudomány. Az osztály ügyrendben szabályozott módon működik, havi rendszerességgel tart osztályüléseket. Az évi rendes közgyűléshez és a Magyar Tudomány Ünnepéhez kapcsolódva tudományos rendezvényeket szervez. Székfoglalókat, felolvasóüléseket, emlékülléseket, ankétokat rendez. Figyelemmel kíséri, segíti és értékeli az osztály területére eső tudományos tevékenységet, állást foglal tudományos, tudománypolitikai, tudományszervezési kérdésekben, véleményt nyilvánít az osztályhoz tartozó akadémiai kutatóintézetek és az Akadémia által támogatott tanszéki kutatócsoportok, egyetemi és közgyűjteményi, valamint egyéb (ágazati) kutatóhelyek tevékenységéről. A szabályzatban meghatározott módon közreműködik a Magyar Tudományos Akadémia Doktora tudományos cím odaítélésével kapcsolatos eljárásban. Az osztály tudományos és tudománypolitikai munkáját diszciplináris és interdiszciplináris, tudományos bizottságok segítik. A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztálya Közlekedés- és Járműtudományi Bizottság elnöke dr. habil. Timár András, a közlekedéstudomány doktora. Az MTA Műszaki Tudományok Osztálya Közlekedés- és Járműtudományi Bizottság titkára dr. Török Ádám. A Bizottság egyetlen katona tagja dr. Turcsányi Károly, az MTA doktora.

Az MTA Logisztikai Osztályközi Állandó Bizottsága

A Magyar Tudományos Akadémia Logisztikai Osztályközi Állandó Bizottsága az MTA IV. Agrártudományok Osztályhoz tartozó Logisztikai Albizottságból, és a VI. Műszaki Tudományok Osztály, valamint a IX. Gazdaság- és Jogtudományok Osztály logisztikusaiból alakult meg 2012-ben.

ÖSSZEFOGLALÁS: 2019. szeptember 18-án együttes, kihelyezett ülést tartott az MTA Közlekedés- és Járműtudományi Bizottsága és Logisztikai Osztályközi Állandó Bizottsága Zalaegerszegen, a ZalaZone Járműipari Tesztpályán. A ZalaZone próbapálya elsősorban az önvezető járművek tesztelésére épült. A kihelyezett ülés előadásai is erre a témára koncentráltak. Közülük egy a Zalaegerszegen jövőben kialakítandó katonaijármű-tesztpályarész koncepciójáról tájékoztatott, ahol hazai fejlesztésű off-road katonai autonóm járművek tesztelésének lehetőségét teremthetik meg.

KULCSSZAVAK: MTA Közlekedés- és Járműtudományi Bizottság, MTA Logisztikai Osztályközi Állandó Bizottság, ZalaZone Járműipari Tesztpálya, off-road katonai autonóm jármű, katonaijármű-tesztpályarész

ABSTRACT: On 18 September in Zalaegerszeg at the automotive test track of the ZalaZone company, the Hungarian Academy of Sciences' Committee on Transport Engineering and the Inter-Committee Standing Panel on Logistics held a joint meeting. The ZalaZone proving ground was built primarily for testing the self-driving vehicles. Presentations of this meeting also focused on this topic. One of them outlined a concept of a future test track segment to be created for military vehicles where testing off-road military autonomous vehicles could be possible.

KEY WORDS: Hungarian Academy of Sciences' Committee on Transport Engineering, Hungarian Academy of Sciences' Inter-Committee Standing Panel on Logistics, ZalaZone proving ground, off-road military autonomous vehicle, test track segment for military vehicles

* Mérnök alezredes, PhD, NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Haditechnikai Tanszék. ORCID: 0000-0001-8457-5044

DOI: 10.23713/HT.54.1.11



1. ábra. A zalaegerszegi ZalaZone tesztpályája (Fotó: ZalaZone)

Menjünk vissza egy kissé az időben, tekintsük át az előzményeket. A logisztika, mint ismeretrendszer, már az 1980-as évektől teret nyert magának hazánkban, civil tudományos szervezete, a Magyar Logisztikai Egyesület (MLE) 1990-ben alakult meg. Ehhez csatlakozott a modern katonai (NATO) logisztika az 1990-es évek közepétől. Természetes módon született meg tehát az igény arra, hogy ez az ismeretrendszer szervezeti kereteket kapjon a tudományos közélet legfelső szintjén, a Magyar Tudományos Akadémián. Erre 1996-ban nyílt először alkalom, amikor a Marketing Bizottság a logisztika befogadásáról döntött, és Knoll Imre professzor vezetésével létrejött a Logisztikai Albizottság. Az első önálló Logisztikai Bizottság (később Logisztikai Tudományos Bizottság) 2005-ben jött létre az MTA Gazdaság- és Jogtudományok Osztályán.

Az MTA bizottsági szervezeteinek átalakításakor (bizottságok számának csökkentése, illetve összevonások végrehajtása) a VI. és a IX. osztály elnökségeinek egyeztetése eredményeként 2011-ben született döntés arról, hogy a két osztályhoz tartozó logisztikusok közül delegálással álljon fel az új akadémiai ciklusra (2011–2014) a IX. osztályhoz tartozó Logisztikai Osztályközi Állandó Bizottság. Ez azt jelentette, hogy az MTA-n a logisztika képviselete ismét egy szervezetbe került. A bizottság megalakítására és tisztségviselőinek megválasztására 2012. február 14-én, az osztályelnök vezetésével megtartott ülésen került sor. A Bizottság elnökévé Chikán Attila professzort (BCE), az MTA levelező tagját választották. A Bizottság alelnökei az ezt követő két akadémiai ciklusban Kulcsár Béla professzor (BME), a műszaki tudomány kandidátusa, és prof. dr. Turcsányi Károly, ny. ezredes (NKE), az MTA doktora lettek. A katonai logisztikát az integrált bizottságban további 3 fő képviselte: dr. Tóth Rudolf ny. mk. dandártábornok, a IX. osztály delegáltja, illetve dr. Keszthelyi Gyula ny. mk. dandártábornok és dr. Hegedűs Ernő mk. alezredes, a bizottság állandó meghívottjai. A katonai logisztika képviseletének ez a mértéke kifejezésre juttatja szakterületünk elismertségét.

A 2017–2021 közötti akadémiai ciklusra a bizottság elnökévé prof. dr. Turcsányi Károlyt, társelnökévé Chikán Attila akadémikust választották.

A logisztika megjelenése és eddigiekben kivívott helye az akadémiai tudományos közéletben, a szakterület (ezen belül a katonai logisztika) számára korszakos jelentőséggel bír.

A ZALAEGERSZEGI KIHELYEZETT ÜLÉS ELŐADÁSAI

Az ülést a tesztpálya már elkészült, modern konferenciaközpontjában a KJTB elnöke, Dr. Timár András nyitotta meg, majd Háry András projektvezető üdvözölte a résztvevőket, röviden ismertetve a tesztpálya kivitelezésének indokait, céljait és megvalósításának folyamatát. Az előadó vezetésével a résztvevők ezután autóbuszról megtekintették a próbapálya néhány elkészült részét és a műszaki épületben a SZTAKI és a Széchenyi István Egyetem, illetve a BME kísérletekre előkészített, az önvezetés egyes elemeinek vizsgálatára már alkalmassá tett járműveit, majd visszatértek a konferencia-központba.

Jósvai Szilárd (ZalaZone) előadásában részletesen bemutatta a tesztpálya-projekt koncepcióját, az önvezető/autonóm közúti járművek fejlesztéséhez szükséges, bármely megrendelő számára elérhetővé tenni kívánt szolgáltatásokat, a kivitelezés jelenlegi állását és annak befejezését követően, majd itt elvégezhető (hagyományos és különleges, azaz az autonóm járművekkel kapcsolatos) tesz-

teket, kísérleteket és méréseket. Ezek egymásra épülését a „szimuláció-laboratóriumi vizsgálat – tesztpályán végzett mérés – részben zárt közúton végzett mérés – közúti forgalomban végzett mérés” piramisába rendezve szemléltette, majd egyenként elemezte. Kiemelte, hogy a ZalaZone tesztpálya egyik újdonsága, hogy azon valós és szimulált városi („Smart City”), illetve külsőségi forgalomban (autópályán, országhatárokat átlépő utakon) is lehetővé válik majd a közúti járművek alacsony és nagy sebességű tesztelése. A létesítmények kivitelezése megközelítően a tervezett ütemben halad, elkészült a konferencia-központ, a megrendelők járműveinek tárolására, laboratóriumi (próbapados) tesztelésére és a pályatesztekhez szükséges felszerelésére, felkészítésére alkalmas műszaki épület, az ipari parkhoz kapcsolódó innovációs (oktatási és kutatási) központ, a dinamikus és a fékhatás-vizsgálati, illetve nagy sebességű mérések elvégzésére alkalmas próbapálya-szakasz, valamint a városi forgalmi körülmények közötti mérések elvégzéséhez szükséges úthálózat nagy része is. Kiépült a pálya területén igényelt gyorsaságú adatátvitelt lehetővé tevő 5G-s távközlési rendszer is.

Varga István (BME) előadásában a BME autonóm járműirányítási mérnök MSC és a jármű-üzemmérnök BProf szakok oktatási programját, valamint az EFOP programok keretében folyó, az autonóm járművek fejlesztéséhez kapcsolódó kutatásokat ismertette. Rámutatott, hogy pesszimista becslések szerint is legkésőbb 2040 körül várható az autonóm járművek széleskörű elterjedése, s ehhez igazodóan a felsőoktatásban mielőbb célirányos képzéseket kell indítani. Az önvezető (autonomous) és okos (connected) járművek tesztelése önmagában fontos, de emellett vizsgálandó a jármű környezet-felismerési képessége, kölcsönhatása más járművekkel, a közlekedőkkel és az infrastruktúrával, valamint maga a kommunikációs technológia is. Ehhez új szakemberekre van/lesz szükség, ezért a BME Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki karán megkezdődött az oktatási anyag korszerűsítése a járműmérnök, a közlekedésmérnök és a logisztikai mérnök BSc, MSc (duális) képzésben, megkezdődött az *autonóm járműirányítási mérnök* (Autonomous Vehicle Control Engineer) MSc képzés angolul, és várhatóan 2020-ban kezdődik a *jármű üzemmérnök* Bprof képzés is, magyarul. Az előző előadásban már bemutatott K+F+I tevékenységi piramisra utalva hangsúlyozta a számítógépes szimulációk fontosságát (pl. virtuális környezet és közúti forgalom generálása valós járművek teszteléséhez), azok gazdasági és időmegtakarítási előnyeit. Rövid videóban bemutatta a BME kísérleti önvezető járművének manőverezését a Zalaegerszegi Járműipari Tesztpályán. Végül kitért az EU támogatással az Emberi Erőforrás Fejlesztési Operatív Program (EFOP) keretében a BME vezetésével, illetve részvételével, más egyetemek közreműködésével folyamatban lévő, az autonóm járművekkel kapcsolatos három kutatási programra is.

Ocskay István ezredes (MH Modernizációs Intézet) előadásában a „ZalaZone autonóm tesztpálya katonai kiterjesztésének lehetőségeivel” foglalkozott. Az amerikai haderő már nagy számban fejleszt és alkalmaz autonóm katonai járműveket. A jövőben a Magyar Honvédség is kialakíthat az Autóipari Próbapálya Kft. területén egy tereppályát és egy kutatóbázist, megteremtve a katonai célú autonóm járművek – harctéri robotok – vizsgálatának és fejlesztésének hazai bázisát. A zalaegerszegi próbapálya ilyen módon jelentős szerepet tölthet be a hazai UGV fejlesztések és vizsgálatok területén. (Ehhez kötődően 2018. november 12-én „Autonóm on- és off-road járművek katonai alkalmazhatóságának lehetőségei” címmel került sor tudományos konferencia szervezésére Zalaegerszegen, az Autóipari próbapályán.) A folyamatban lévő haderő-korszerűsítési program keretében, több éves előkészítés, az illetékes minisztériumok eredményes egyeztetését követően kerülhet sor az „off road” (terepjáró) katonai járművek hazai gyártásának újraindítására, s az ahhoz szükséges tesztek, vizsgálatok elvégzésére. Ilyen autonóm járművekre harci és logisztikai, sebesültszállítási, elektronika-szállítási, felderítő, műszaki és katasztrófa-elhárítási feladatok elvégzésénél van szükség. A ZalaZone Járműipari Tesztpálya közvetlen közelében katonai tulajdonban lévő területen jó lehetőség nyílik a tesztpálya „katonai kiterjesztésére”, azaz az említett feladatok elvégzésére alkalmas önvezető katonai járművek nehéz terepadottságok, illetve háborús városi romok közötti tesztelésére. A 2020-as évek első felében megvalósítani tervezett katonai tesztpályának alkalmasnak kell lennie:

- járműdinamikai képesség- és funkcióvizsgálatokra;
- mozgékonyság-vizsgálatra;
- tartóssági- és fárasztóvizsgálatokra;
- autonóm járműrendszerek járműteszt oldali fejlesztésének támogatására;
- megfelelő pályaelemek kialakításával a járművezetők képzésére.

Források

Tímár András: „Összefoglaló az MTA Közlekedés- és Járműtudományi Bizottságának és Logisztikai Osztályközi Állandó Bizottságának együttes, kihelyezett üléséről.” Útügyi Lapok 7. évf., 12. sz. (2019. ősz). Letöltve: 2019. 11. 18. http://utugyilapok.hu/2019/09/osszefoglalo-az-mta-kozlekedes-es-jarmutudomanyi-bizottsaganak-es-logisztikai-osztalykozi-allando-bizottsaganak-egyuttes-kihelyezett-uleserol/;

Dr. Hegedűs Ernő – Szivák Petra: „Az »Autonóm on- és off-road járművek katonai alkalmazhatóságának lehetőségei« című tudományos konferenciáról – részletesen.” *Haditechnika* 53, 4 (2019): pp. 58–63. https://doi.org/10.23713/HT.53.4.11;

Beck András: „Európában is egyedülálló fejlesztés – ilyen lesz a zalaegerszegi tesztpálya.” *Autó Motor* 2018. 05. 13., Letöltve: 2019. 11. 18. http://www.automotor.hu/aktualis/europaban-is-egyedulallo-fejlesztes-ilyen-lesz-a-zalaegerszegi-tesztpalya/;

Haas Péter, Cselle Ferenc: „Autóipari próbapálya Zalaegerszegen.” *Innotéka* 7. évf, októberi Közlekedésfejlesztési különszám (2017). Letöltve. 2019. 11. 18. https://www.innoteka.hu/cikk/autoipari_probapalya_zalaegerszegen.1579.html;

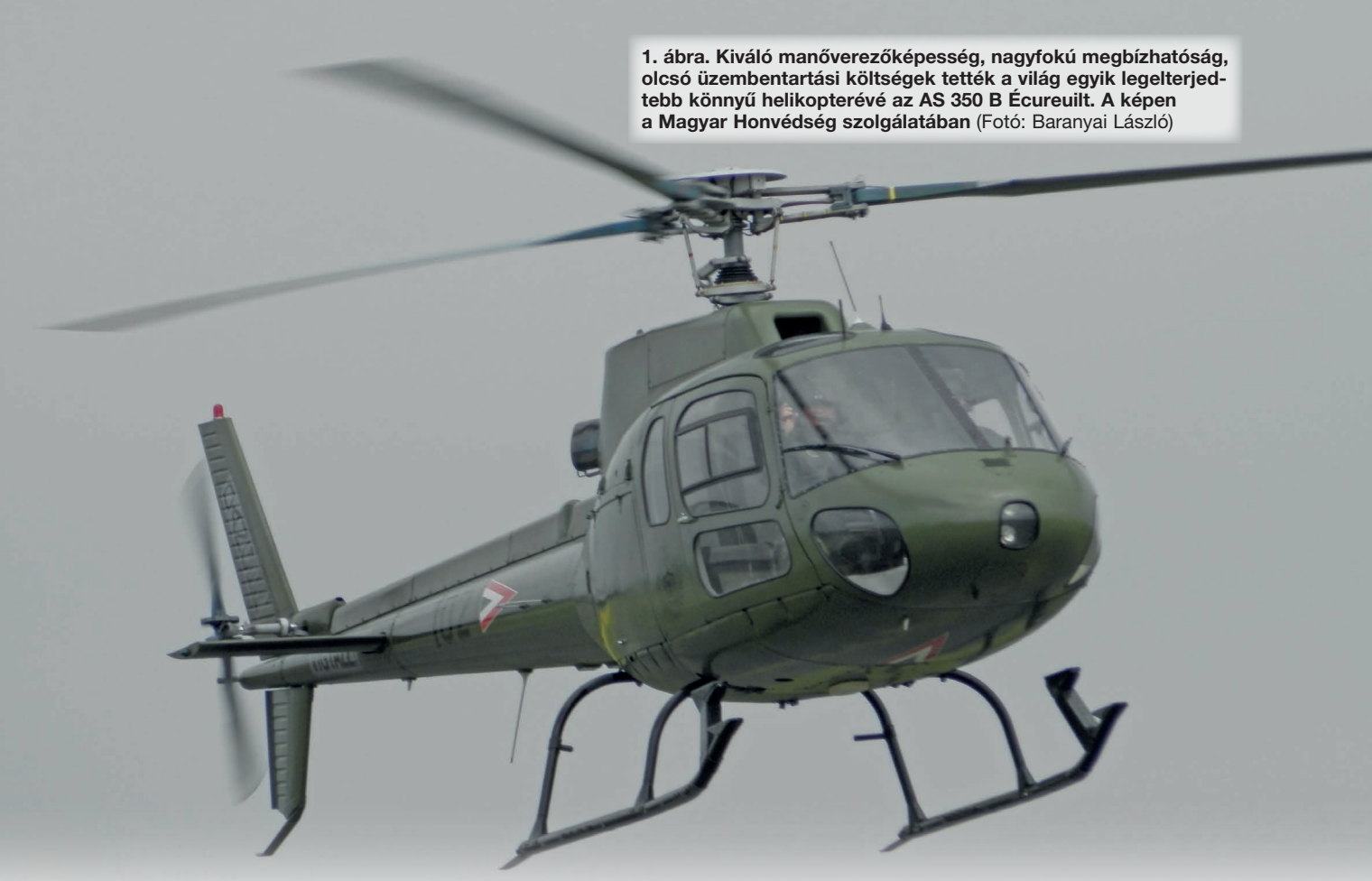
Ocskay István: „A ZalaZone autonóm tesztpálya katonai kiterjesztésének lehetőségei.” MTA LOÁB – KJTB előadás, Zalaegerszeg, 2019. 09. 18. (PPT);

„Újraválasztották a Magyar Tudományos Akadémia Logisztikai Osztályközi Állandó Bizottságát.” *Katonai Logisztika*, 23. évf., 1–2. sz. (2015);

„A 2017–2020 akadémiai ciklusra ujjá alakult a Magyar Tudományos Akadémia Logisztikai Osztályközi Állandó Bizottsága.” *Katonai Logisztika* 25. évf., 3–4. sz. (2018);

Hegedűs Ernő: „A katonai logisztikai szakterület képviselőinek részvételével megalakult az MTA Logisztikai Osztályközi Állandó Bizottsága.” *Katonai Logisztika* 20. évf., 3. sz. (2012);

Turcsányi Károly: „Logisztika az akadémiai tudományos közéletben – megalakult az MTA Logisztikai Osztályközi Állandó Bizottsága.” *Katonai Logisztika* 20. évf., 4. sz. (2012).



1. ábra. Kiváló manőverezőképesség, nagyfokú megbízhatóság, olcsó üzembentartási költségek tették a világ egyik legelterjedtebb könnyű helikopterévé az AS 350 B Écureuilt. A képen a Magyar Honvédség szolgálatában (Fotó: Baranyai László)

Hegyi Imre – Kelecsényi István***

A levegő „Mókusa”, az AS 350-355 könnyűhelikopter-család

Előtörténet

Az 1970-es évek végén az Aérospatiale az elavuló Alouette helikoptercsalád pótlására új könnyűhelikopter-programot indított. Az Alouette II (Pacsirta) SE 3130/313B típusjelzésű helikopterek az 1950-es évektől kezdődően az Aérospatiale elődje, a Sud Aviation cég által tervezett többcélú könnyű helikopterek voltak. A Pacsirtát katonai és polgári alkalmazásra egyaránt használták, és a II. változatból 1305 db-ot, a III. (AS 316) változatból 1453 db-ot gyártottak. Franciaországon kívül India HAL SA 315B Lama, illetve Chetak, Románia IAR 316/317 néven további példányokat állított elő.

A helikopterek elterjedése a haderőkben és más fegyveres testületeknél felgyorsította a fejlesztéseket. Az Alouette család harci alkalmazásra az 1970-es évektől már kevéssé volt alkalmas. Ennek ellenére megbízható forgószárnyas-

ÖSSZEFOGLALÁS: A francia Aérospatiale cég által fejlesztett AS 350 könnyűhelikopter-családot napjainkban már az Airbus Helicopters gyártja, polgári H 125 (AS 350 B3e) és katonai H 125 M (AS 550 C3e) típusjelzéssel. 1991-ben az Országos Mentőszolgálat (OMSZ) egy, majd ezt követően még kettő darab AS 350 B Écureuilt (Mókus) rendszeresített, ezek voltak az első nyugati gyártmányú mentőhelikopterek hazánkban. Az OMSZ intenzíven, 23 éven keresztül használta a helikoptereket. A típus megbízhatóságának és magas színvonalú karbantartási háttérnek köszönhetően 2016-ban 2 db-ot kiváló állapotban vett át a Magyar Honvédség. Ezek a könnyű helikopterek katonai pilótaképzést, megfigyelést, teheremelési feladatokat hajtanak végre.

KULCSSZAVAK: Sud Aviation, Aérospatiale, könnyű helikopter, AS 350 Écureuil, Astar, Twinstar, OMSZ, Honvédség, MH 86. Szolnok Helikopterbázis, pilótaképzés, Airbus H 125

ABSTRACT: The AS 350 light helicopter family developed by the French Aérospatiale company is now manufactured by the Airbus Helicopters under H 125 (AS 350 B3e) commercial type name and H 125 M (AS 550 C3e) military type name. In 1991, the Emergency Medical Service (EMS) entered into service one and then two AS 350 B Écureuilt (Squirrel) helicopters; in Hungary, these were the first rescue helicopters made in the West. The EMS has used helicopters intensively for 23 years. Due to the reliability of the variant and high-quality maintenance background, the Hungarian Defence Forces received 2 units in excellent condition in 2016. These light helicopters carry out military pilot training, observation, lifting tasks.

KEY WORDS: Sud Aviation, Aérospatiale, light helicopter, AS 350 Écureuil, Astar, Twinstar, EMS, Hungarian Defence Forces, HDF 86th Szolnok Helicopter Base, pilot training, Airbus H 125

* ORCID: 0000-0002-3705-5713
** ORCID: 0000-0001-5563-3313



2. ábra. 1991-ben az Országos Mentőszolgálat (OMSZ) 3 db AS 350 B Écureuilt rendszeresített, ezek voltak az első nyugati gyártmányú mentőhelikopterek hazánkban. A képen az eredeti színekben, civil lajstrommal, valamikor a kilencvenes évek elején, a Ferihegyi repülőtéren (Fotó: Zainkó Géza gyűjteményéből)

nak bizonyult, és – többségében kiképző és mentőhelikopterként – a mai napig több országban rendszerben áll.

Az Egyesült Királyság és Franciaország közös katonai helikopter-fejlesztésbe kezdett, a Westland Helicopters és a Sud Aviation közreműködésével. 1967. április 7-én emelkedett fel az első prototípus, majd több előtanulmány és kísérleti változat után elkészült az SA 341 Gazelle. Bár az új helikopter a Pacsirta katonai utódja lett, de új tervezésű volt, modernebb, karcsúbb és áramvonalasabb kialakítású. Forradalmi újításként házba épített, úgynevezett fenestron rendszerű faroklégcsavarral szerelték fel. Ez volt az első ilyen kialakítású helikopter. A fejlesztők több alváltozatot alakítottak ki, könnyű felderítő és futár, valamint felfegyverzett modifikációk könnyű támogató és páncéltörő feladatkörökre. Utóbbiakat például az öbölháború során is sikeresen vetették be.

Polgári változatokat is készítettek belőle. A britek és franciák összesen 1250 db-ot gyártottak, de a jugoszláviai SOKO repülőgépgyár SA 314 H/L és 342 L változatokat is gyártott 1991-ig. Utóbbiból több mint egy tucat példány került Magyarországra, ahol egy Várpalotához közeli telephelyű cégnél karbantartást és kisebb átalakításokat is végeztek, majd a forgószárnyasok egy része külföldön talált új gazdára, de jónéhány magyar lajstromban repül még napjainkban is.

Az AS 350 B Écureuil fejlesztése

A René Mouille vezette tervezőcsapatnak egy gazdaságos üzemeltetésű, egyszerű kezelésű és a Gazelle-nél olcsóbb, új forgószárny-rendszerrel felszerelt helikopter fejlesztése volt a célja, elsősorban polgári célokra, de a terv végül a katonai követelményrendszernek is megfelelt. A Gazelle kora legkorszerűbb könnyű helikopterének számított, de innovatív újításai – például a fenestron rendszerű házba épített faroklégcsavar – miatt beszerzési ára magas volt, ami gátolta széles körű elterjedését. A konvencionálisabb tervezésű AS 350-es helikopter olcsóbb alternatívát kínált a civil felhasználók részére is. Az első prototípus, amelyet az amerikai gyártmányú, 460 kW (625 LE) tengelyteljesítményű Lycoming LTS 101 hajtóművel szereltek fel, SA 350 típusjelzéssel (F–WVKH) 1974. június 27-én repült először Marignane-ban. A második prototípus már az erősebb, francia gyártmányú Turbomeca Arriel 1A típusú gázturbinás hajtóművet kapta meg, és az első repülésre 1975. február 14-én került sor. A helikoptert gyártó cég nevére (Sud Aviation) utal a helikopterek típusjelzésében található első két betű, az SA. Ezt a későbbiekben AS-re módosítják, mivel a Sud Aviation cég átalakulását követően a cég az Aérospatiale nevet kapja. A gyártó csak az amerikai piacon forgalmazta a Lycoming LTS 101 hajtóműves típust, a világ többi részén a gépet a nagyobb tengelyteljesítményű Turbomeca Arriel 1-es gázturbinával kínálta.

A helikopter a típusbizonyítványt a francia légügyi hatóságtól (DGCA) 1974-ben kapta meg, amely alapján a sorozatgyártását 1978 márciusában AS 350 B Écureuil (Mókus) típusjelzéssel kezdték meg Marignane-ban. Az Egyesült Államokban áprilistól kezdték az AS 350 C AStar típusjel-

3. ábra. Az OMSZ kötelékében szolgáló AS 350 B Écureuilök, idővel az Európai Unióban is alkalmazott, mentőhelikopterekre jellemző rikító sárga festést kaptak, amikor a honvédség kötelékébe kerültek, egy ideig megtartották ezt a színt, ami igencsak bizarr külsőt kölcsönzött az ék alakú felségjellel és a szolnoki alakulat emblémájával
(Fotó: Kelecsényi István)



zésű, Lycoming LTS 101-es hajtóművel felszerelt típus forgalmazását.

A helikopter fejlesztése a sorozatgyártás megkezdése után is tovább folytatódott. A forgószárny-rendszer, hajtómű, avionikai berendezések cseréjével újabb változatokat készítettek. Az olcsó üzemeltetés alternatíváját jelentő hagyományos felépítést egy prototípus erejéig majdnem „megcáfolta" az Aérospatiale, amikor 1987. február 6-án faroklégcsavar helyett Fenestron csőlégcsavart épített egy AS 350 B2-es helikopterbe, amely az AS 350 Z típusjelzést kapta. A tervet végül elvetették, és a hagyományos elrendezésű Écureuil maradt sorozatgyártásban, azonban a házba épített faroklégcsavarral szerzett tapasztalatok nem vesztek kárba, mert azokat felhasználták az EC 120 Colibri és az AS 350 B4 (EC 130) tervezésénél. Az erősebb, 480 kW (653 LE) teljesítményű Arriel 2B hajtóművel készített AS 350 B3 prototípus 1997. március 1-jén repült először. A helikopterekbe egyre több digitális rendszert, többek között avionikai műszereket, Garmin G500H műholdas navigációt, EECU hajtóművezérlő-rendszert építettek be.

A Franciaországban gyártott helikopterek mellett, 2013-ban elindult a gyártás az USA-ban, a Mississippi állambeli Colombus városában is. A 2015 decemberében összeszerelt AS 350 B3e megkapta az amerikai Nemzeti Légügyi Hatóság (Federal Aviation Administration – FAA) tanúsítványát is. A gyár évente 65 db helikopter előállítására képes.

A helikopter műszaki felépítése

Az AS 350 egyhajtóműves könnyű helikoptert háromlapátos forgószárnnyal és kétágú faroklégcsavarral szerelték fel. A forgószárnylapátok, a faroklégcsavar és a forgószárnyagy központi csillag alakú Starflex elemét is üvegszál erősítésű kompozit anyagból alakították ki, ezzel a hagyományos korróziós problémákat sikerült a minimálisra csökkenteni. Az új fejlesztésű, csukló és csapágy nélküli, Starflex rendszerű forgószárny-rendszernek köszönhető az alacsony karbantartási igény is, mivel az egész rendszerben csak egyetlenegy helyen alakítottak ki zsírzási pontot. A helikopterben lévő vibrációs szint az új fejlesztésű forgószárny-rendszernek, az ahhoz kapcsolódó főreduktor vibráció-elnyelő bekötéseknek, valamint az utaskabin alatt található vibráció-csillapító elemeknek köszönhetően nagyon alacsony. A típusra jellemző a hajtómű gyors indíthatósága, ami alkalmassá teszi készenléti szolgálati (például mentő vagy rendőrségi feladatkörben) használatra. Az avionika nagy része – többek között a rádió- és műholdas navigációs és kommunikációs berendezések – a Garmin és Bendix King cégektől származik. Az újabb változatokba már folyadékkristályos kijelzők és digitális avionikai felszerelést építettek be. Az új fejlesztésű VEMD-rendszer (Vehicle and Engine Management Display) leváltotta a hagyományos analóg műszereket. A helikopterkonfigurációtól függően 4-6 fős maximális utaslétszámra kialakított belső térrel rendelkezik, a felszerelések és a belső tér berendezése is rugalmasan változtatható az igények szerint. A fegyveres testületek részére beépíthetők infravörös kamerák (FLIR), külső tükrök, taktikai konzolok, kabinpadló ablak, valamint speciális emelő- és csörlőberendezések. Továbbá biztosíthatók a valós idejű adatkapcsolatok és az éjjellátó képesség is. A hajtómű szívócsatornája elé opcionálisan felépíthetők porkiválasztó, illetve -szűrő elemek, amelyek megakadályozzák a hajtómű-kompresszorlapátok erózióját. A régebbi változatoknál lehetséges további fejlesztés, amelyet a gyártó a szervízkönyvben szerepeltet.

A helikopterek kiválóan alkalmasak magashegyi környezetben történő repülésre. Az AS 350 B3 változattal Didier Delsalle tesztpilóta 2005. május 14-én megérintette a 8848 méter magasságú Mount Everest (Csomolungma) csúcsát, amely a Föld legmagasabb pontja. Azóta több, a Himalájában és más magas környezetben dolgozó mentőszolgálat, illetve kereskedelmi repülőtársaság alkalmazza az AS 350-es típust.

Licenc alapján, Franciaország és az USA mellett több országban is gyártják ezt a típust, például Brazíliában a Helibras vállalatnál, a saját fegyveres erők számára. A latin-amerikai országban változattól függő, saját típusjelzésekkel közel 350 db-ot készítettek a Mókusból.

2010-től a Helibras modernizálja a katonai változatokat, amelyeket digitális műszerfallal, új kommunikációs és navigációs rendszerrel, páncélzattal és új energiaelnyelő ülésekkel szerel fel. 36 db forgószárnyast építettek így át, az utolsó 2018-ben készült el.

Az Écureuilt Kínában a Shenzeni Airbus Helicopters China (CHAIG) helikoptergyár építi. Az első kínai gyártású változat 1997-ben repült. A sorozatgyártás először az AS 350 B2-vel egyenértékű volt, Arriel 1D hajtóművel, de szélesebb orr-résszel és W8ZD típusjelzéssel. 2003-tól Z–11 MB1 névvel az Arriel 2B1A hajtóműves változatokat gyártják, de saját konfigurációk alapján. A Z–11 sorozat számos polgári és katonai változatban készül, kéthajtóműves változatokat azonban nem gyártanak.

A katonai egyhajtóműves változatokat a kereskedelemben H–125M Fennec típusjelzéssel látják el. Ezek a gépek az Airbus HeliForce moduláris fegyverrendszerrel, infravörös érzékelő toronnyal, lézer célmegjelölővel, sisakra szerelt célzókészülékkel, és a rendszerbe integrált fegyverrendszerekkel egyaránt felszerelhetők.

A tradicionális egyhajtóműves Écureuilnek 30 különböző polgári és katonai változata ismert.

Az EC 130-as változat

Az Écureuil helikoptercsalád egyik változata az EC 130-as, amely az AS 350 alaphelikopter törzsének kiszélesítése következtében, nagyobb kabinterével 6-7 utas szállítására képes. Fejlesztését 1998-ban végezték, és 1999. június 24-én repült az első prototípusa AS 350 B4 típusjelzéssel. A helikopter meghajtását egy, a kor színvonalának megfelelő, FADEC digitális vezérlésű Turbomeca Arriel 2B1 hajtómű biztosítja, amely 632 kW (860 LE) teljesítményre képes erőforrás. Forgószárny-rendszere megegyezik az alaphelikopterével, és már a harmadik generációs fenestron farok csőlégcsavarral építik. Jelenleg az Airbus H 130 kereskedelmi típusjelzéssel gyártja, túrarepülésre és medevac mentőfeladatokra ajánlja a rendkívül csendes és alacsony üzemeltetési költségű típust. 2012-ben bemutatták az EC 130 T2-t, amelyet aktív vibrációcsökkentő rendszerrel, modernizált avionikával szereltek, és Arrius 2D hajtóművel, nagyobb felszállósúly és sebesség mellett is alacsonyabb üzemanyag-fogyasztással rendelkezik. 2018-ban az Airbus új változatot alakított ki: az ACH 130-ast VIP szállítóhelikopterként mutatták be.

A H 130 típusokból nem alakítottak ki külön katonai változatot.

Az AS 355-ös, kettő hajtóművel ellátott változat

Az egyhajtóműves AS 350 Écureuil jó alapot adott egy nagyobb terhelhetőségű, kéthajtóműves változat kifejlesztésére. Tervezését 1978-ban kezdték meg, és az első prototípus 1979. szeptember 28-án végrehajtotta a felszállást.



4. ábra. A Magyar Honvédség 2016-ban 2 db, eredetileg az Országos Mentőszolgálat állományában szolgált AS 350 B Écureuil helikoptert vett üzemeltetésbe (Fotó: Baranyai László)

A helikopterekből két prototípus (AS 355 E/F) készült Allison 250 C20 hajtóművel. A forgószárnyasnak az Aérospatiale az AS 355 típusjelzést és az Écureuil 2 / Twin Squirrel (Iker Mókus) nevet adta. Észak-Amerikában a típusnak a Twinstar (Ikercsillag) nevet adták.

A kéthajtóműves és a CAT A követelményeknek megfelelő típus, az AS 355 F2 / AS 355 NP, olyan területeken is alkalmazható, amely felett az Európai Unió rendelete alapján egyhajtóműves forgószárnyassal nem engedélyezett az üzemelés.

A kéthajtóműves Écureuilnek 12 különböző polgári és katonai változata ismert.

Az AS 355 N és az AS 350 B3 specifikációi közel azonosak, de a kéthajtóműves változat 15%-kal nagyobb hasznos terheléssel rendelkezik, valamint elsősorban a pogygyásztartó részben találhatók különbségek. A Mókus kéthajtóműves polgári és katonai változatának gyártását 2016 végére megszüntették.

Üzemeltetők

Az Écureuilt a különféle polgári, civil üzemeltetők mellett számos ország fegyveres testülete, különféle rendvédelmi szervezetei, rendőrsége, vám- és határőrsége is rendszeresítette.

A Magyar Országos Mentőszolgálat, majd a Magyar Légimentő Nonprofit Kft. 1991 és 2014 között több ezer közúti baleseti, valamint egyéb sérült és beteg életét mentette meg az Écureuil-lel. A Balatonfüreden állomásozó AS 350-es helikopter részt vett többek között a 2010-es „vörösiszap-katasztrófa" mentési munkálataiban is.

Érdekességképpen említendő, hogy a Red Bull csapata a repülőverseny televíziós közvetítéséhez beszerzett egy 2009-ben gyártott AS 350 B3+ gépet.

Az AS 350 B Écureuil a honvédségben

Az AS 350 B típusjelzésű változatából 1991-ben egyet, majd az azt követő években plusz kettőt szerzett be az Országos Mentőszolgálat légimentés céljára. A HA-BDC lajstromjelű helikopter 2009-ben földi hajtóműpróba során emberi mulasztás miatt felborult, és gazdasági totálkáros lett. A HA-BDA és HA-BDB helikoptereket 2014 novemberében kellett leállítani, mivel az Európai Unió jogszabályai alapján egyhajtóműves típusoknak a polgári üzemeltetésben – repülésbiztonsági okból – nem lehet sűrűn lakott te-

5. ábra. A helikopter kis tömegéhez mért Turbomeca Arriel hajtómű jelentős teljesítményfelesleget biztosít a pilóták manővereihez. A képen dinamikus emelkedés a Tisza partjáról (Fotó: Kelecsényi István)





6. ábra. A francia mérnökök kiváló munkáját bizonyítja, hogy a „Mókus” helikopterek a föld összes kontinensén repülnek
(Fotó: Kelecsényi István)

lepülések felett repülnie. A magyar légimentő helikopterek éjjellátóval nem voltak kompatibilisek, a személyzet NVG-vel (night vision – éjjellátó eszközzel) sem rendelkezett. A Mókusokat lecserélték a mentőflotta állományát képező, Ausztriából bérelt EC 135 T1-es, illetve P1-es helikopterekre.

A leállított, de kiváló állapotú helikopterek megfeleltek a Magyar Honvédség igényeinek, mivel ezekkel több feladatkörben lehetőség nyílt a nagyobb és drágábban üzemeltethető Mi–8T/Mi-17 flotta leváltására. A futár, könnyű teherszállító, felderítő-megfigyelő, határrendészeti és személyszállítási feladatok mellett a hajózó állomány kiválasztási, kiképzési és szinten tartó repüléseire is alkalmazható a típus. A két Écureuil forgószárnyas 2016. június 16-án sárga színben a bázis címerével KIKÉPZŐ1 és 2 oldalfelirattal az MH 86. Szolnok Helikopterbázison állt szolgálatba 101 és 102 lajstromszámmal. A helikoptereket a Magyar Légimentő Nonprofit Kft. térítésmentesen adta át a honvédségnek. A katonai Mókusok rövid ideig pompáztak sárga színben, mert felsővezetői döntést hoztak a helikopterek katonai színekre történő átfestéséről. Az MH Légijármű Javítóüzeme és a szolnoki karbantartó század közös munkájával Temadur márkájú, kétkomponensű festékkel zöld színre festették át a gépeket. Az átfestés során megközelítőleg 10 kg festéket használtak el, amit a festést követő súlymérés igazolt. A helikopterek belső átfestésére nem volt szükség, maradt a feketeszürke szín. A festés 7-8 éves időtartamot (közel egy teljes nagyjavítási ciklust) kibír, különösen, ha a helikoptereket fedett helyen tárolják, ahol a légi járműveket nem éri csapadék, fagy és napsugárzás.

2016. október 25-én a 101-es már repült egy Szolnokon rendezett terrorelhárító hadgyakorlaton. Az itt elmondottak alapján ajtólövész alkalmazásával bővült a feladatkör. Hazánk különleges erőinek mesterlövészei akár levegőből is leküzdhetnek célokat a helikopterrel. (Franciaországban a készenléti szolgálatok éjjel-nappal bevethetnek mesterlövészeket, hasonló helikopterekkel.) 2016 májusában már 1300 repült órát teljesítettek a két forgószárnyassal. A hajózók szerint ezekkel a gépekkel nehezebb leszállni, mint a Mi–8-asokkal, mivel nem kerékre, hanem csúszótalpra ereszkednek, amely merev, nincs rugózása. A helikopter össztömege két tonna alatt van, ezért érzékenyebb az oldalszélre, tehát a függeszkedés során az egy helyben tartása nehezebb, mint az orosz típusoknak. Az AS 350 B mindig a jobb csúszótalpról száll fel, amely eltérést a faroklégcsavaron keletkező vonóerő nyomatéka okozza. A forgószárny forgási iránya megegyezik a katonai szállító helikopterekével. A magyar helikopterek nem rendelkeznek robotpilótával. Üzemeltetési költségük a Mi–8/17-nek körülbelül egyhatoda, például 180 l kerozin elegendő egy órányi repülésre, míg a Mi–8T ugyanennyi idő alatt 800 l üzemanyagot fogyaszt. Az AS 350 B nagyjavítási ciklusa 144 hónap. A honvédségnek átadott helikopterek nagyjavítására a HM Védelemgazdasági Hivatala 2017 novemberében írt ki közbeszerzési eljárást, amelyet a magyar HeliControl Kft. nyert el. A cég rendelkezik az EASA Part–145 minőségbiztosítási tanúsítvánnyal. A karbantartás-

1. táblázat. Az egyhajtóműves, a honvédségben is alkalmazott AS 350 és a kéthajtóműves AS 355 helikopterek fontosabb műszaki adatai

Katonai helikopterek	AS 350 Astar	AS 355 Twinstar
Főrotorátmérő	10,69 m	
Hosszúság	10,91 m	
Magasság	3,15 m	
Tömegadatok		
Szerkezeti tömeg	1065 kg	1230 kg
Tüzelőanyag–mennyiség	530 l	730 l
Felszállótömeg	1950 kg	2300 kg
Teljesítményadatok		
Utazósebesség	230 km/h	240 km/h
Függőleges emelkedési sebesség	8 m/s	
Hatótávolság	700 km	850 km
Szolgálati csúcsmagasság	5,6 km	4 km
Hajtómű jellemzők		
Fajtája	tengelyteljesítményt szolgáltató gázturbina	
Típusa	Turbomeca Arriel vagy Avro Lycoming LTS101–600A2	Allison 250-C20F
Száma	1	2
Teljesítménye	478 kW (650LE) 457 kW (622LE)	2×317 kW (863LE)
Fülkeméretek		
Hosszúság	2,42 m	
Szélesség	1,65 m	
Magasság	1,35 m	
Személyzet	1 fő	
Rendszerbe állítás éve	1978	1982



7. ábra. Az AS 350-eseket főleg a polgári szervezetek alkalmazzák, eredetileg a honvédség helikopterei is az OMSZ-nél repültek, de készültek kifejezetten katonai célú, fegyveres változatok is, amelyeket a francia, vagy a brazil hadseregben is alkalmaznak (Fotó: Kelecsényi István)

nál a szélvédő és oldalablakok lecserélése, teheremelő és kiegészítő tükör beszerelése, több műszer beépítése, valamint az üzemidős berendezések, alkatrészek cseréje mellett a forgószárnyasok újrafestésére is sor került. Először a 102-es készült el 2018. október 3-án, majd a 101-es 2019. február 4-én. Mindkét helikopter javítása határidőn belül befejeződött. A helikopterek jelenleg is szolgálatban állnak.

A mentőhelikoptereken kívül egy magánkézben lévő kéthajtóműves Mókus is fegyveres testületnél állt rendszerben Magyarországon. 2014 augusztusától a rendőrség légirendészeti szolgálata fél évig repült uniós forrásból bérelt AS 355 F2 forgószárnyassal. A helikopter rendelkezett NVG-kompatibilis kabinbelsővel, és FLIR infravörös képalkotó berendezést is használhatott. A rendőrség a bérleti idő végével visszaadta a helikoptert tulajdonosának.

A jövő

Az Écureuilt – rendkívül magas repülési megbízhatóságának, valamint olcsó üzemben tartási és karbantartási költségének köszönhetően a fennálló vásárlói igény miatt – az Airbus Helicopters jelenleg is gyártósoron tartja polgári változatban H 125 és H 130, katonai változatban H 125M típusjelzéssel.

Az Écureuil összes változatából több mint 4000 helikoptert építettek, és a világ 70 országában repülik a típuscsaládot.

Összefoglalás

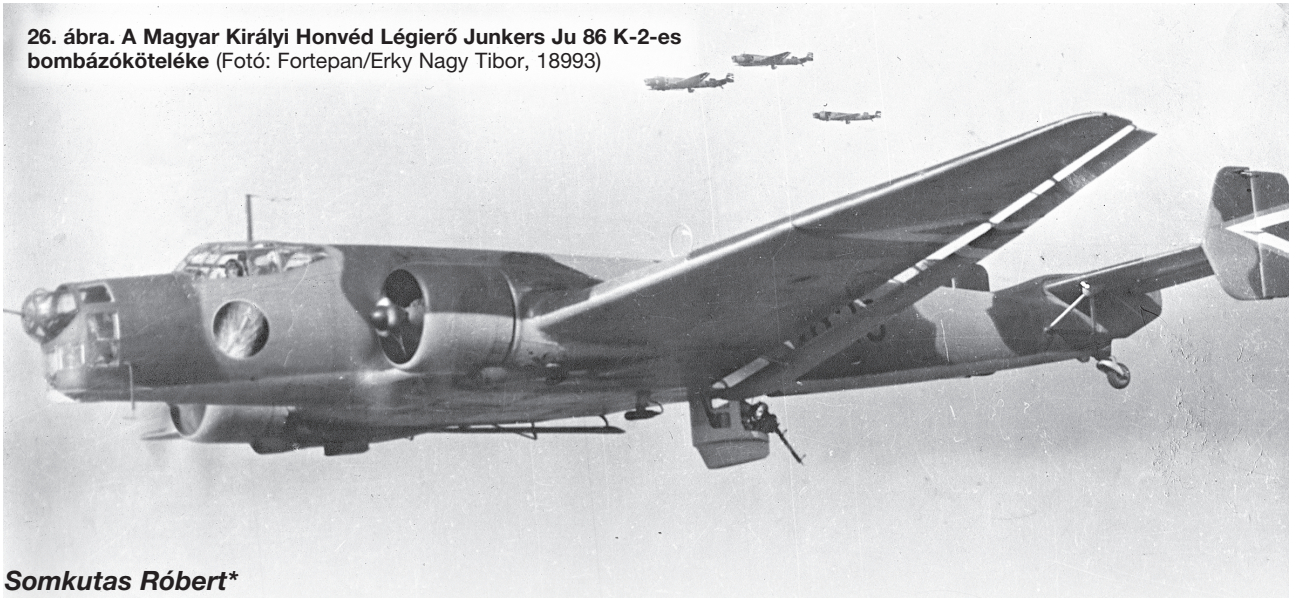
Az AS 350 egyhajtóműves és az AS 355 Écureuil/ Écureuil2 helikoptercsaládot az Alouette és a Gazelle helikopterek felváltására fejlesztette ki a francia Aérospatiale. Mindkét típust Észak-Amerikában is gyártják és forgalmazzák, amerikai Lycoming hajtóművekkel is. Licencgyártásban elsősorban katonai célra Brazíliában, valamint Kínában is összeszerelik, és mindkét országban saját módosított változatokat, korszerűsítéseket is végeztek a típuson.

A könnyű helikopterek – elsősorban rendkívüli repülési megbízhatóságuknak és gazdaságos működésüknek köszönhetően – jelentős exportsikerre tettek szert a piacon. A francia cég betagozódott az Airbus csoportba, és először Eurocopter, majd Airbus Helicopters néven folytatta tevékenységét. Utóbbi a kéthajtóműves változat gyártását 2016-tól beszüntette, az egyhajtóműves Mókus H 125, H 125M és H 130 típusjelzéssel továbbra is a termékpaletta része.

Magyarországon 2 db, a légimentőktől átvett egyhajtóműves Mókust üzemeltet a Magyar Honvédség, amelyeket elsősorban futár, személyszállító, megfigyelő feladatkörben repülnek. Jelenleg 2 db kéthajtóműves helikoptert (AS350F1 változat) a polgári repülésben használnak.

Források

Sáry Zoltán. „Mentőkörülmény” *Aranysas* 16. évf, 2. sz. (2016);
Bill Gunston. *Modern Helikopterek.* Debrecen: Phoenix Könyvkiadó, 1993;
Airbus. „H 125” Letöltve: 2019.11.13 https://www.airbus.com/helicopters/civil-helicopters/light-single/h125.html;
Szórád Tamás. „A mókustartás másfél éve” Letöltve: 2019.11.13. https://airbase.blog.hu/2017/10/13/a_mokustartas_masfel_eve;
Greg Groebel. „The Airbus Helicopter Ecureuil Family” Letöltve: 2019.11.13. http://www.airvectors.net/avecu.html;
HTKA fórum. „[HUN] Aerospatile AS-350B »Ecureuil«” fórumtopik, Letöltve: 2019.11.13. https://forum.htka.hu/threads/hun-aerospatile-as-350b-ecureuil.1239/;
Magyar Légimentő Nonprofit Kft. honlapja, Letöltve: 2019.11.13. http://portal.legimentok.hu/;
Helicontrol honlapja. Letöltve: 2019.11.13. http://www.helicontrol.hu/hu/fooldal.html;
Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, Közlekedési Hatóság honlapja. Letöltve: 2019.11.13. http://www.nkh.gov.hu.



26. ábra. A Magyar Királyi Honvéd Légierő Junkers Ju 86 K-2-es bombázóköteléke (Fotó: Fortepan/Erky Nagy Tibor, 18993)

*Somkutas Róbert**

A Magyar Királyi Honvédség páncélozott eszközökkel felszerelt felderítő csapatai a Barbarossa hadművelet során IV. rész

1941. JÚLIUS 1. – TÁMADÁS!

Július 1-én, a támadás első napján, a Kárpátok sajátos időjárásának megfelelően eleredt a kiadós eső és több napon át, változó intenzitással, esetenként kisebb szünetekkel további próbára tette a magyar csapatok állóképességét.

1941. július 1-én 7 órakor – vadászgépek aktív támogatása mellett – megkezdődött a Kárpát-csoport Kőrösmező területéről Kolomija, Sztanyiszlav felé előretörő hadművelete.

A hadműveleti csoportosítás légi támogatását a Magyar Királyi Honvéd Légierő veszprémi 4. bombázórepülő-ezredének 18 db Junkers Ju 86K és a debreceni 3/5. bombázó századának 9 db Caproni Ca–135-ös gépe hajtotta végre, és bombázta a Jablonica, Tatarov, Mikulicsiny és Vorohta községekben lévő vezetési pontokat, valamint támadta a vorohtai vasútvonalat. A bombázó erők egy része még az esti órákban is csapást mért a gyeljatyini vasútállomásra, illetve a térségből visszavonuló szovjet erőkre. Ez idő alatt a távolfelderítő repülőszázad gépei folyamatosan jelentették a változó helyzetre vonatkozó felderítési adatokat [1, 78. o.].

A támadás első lépcsőjeként Felkl Jenő tábornok csoportja megindult Kőrösmező térségéből a Tatár-hágón át Jablonica – Mikulicsiny irányába, majd a Hoverla magaslatról[76] tovább, a Prut folyó völgyébe. A kötelék az 1. hegyi dandár parancsnokának vezetése alatt a 3., 4. hegyi zászlóalj, 2., 3., 11., 26. határvadász-zászlóalj, V., VIII., 105. légvédelmi tüzérosztály állományából állt [2, 317. o.]. A támadást a 2. gépkocsizó dandár és az 1. lovasdandár tüzérsége Kőrösmezőről támogatta [3, 85. o.].

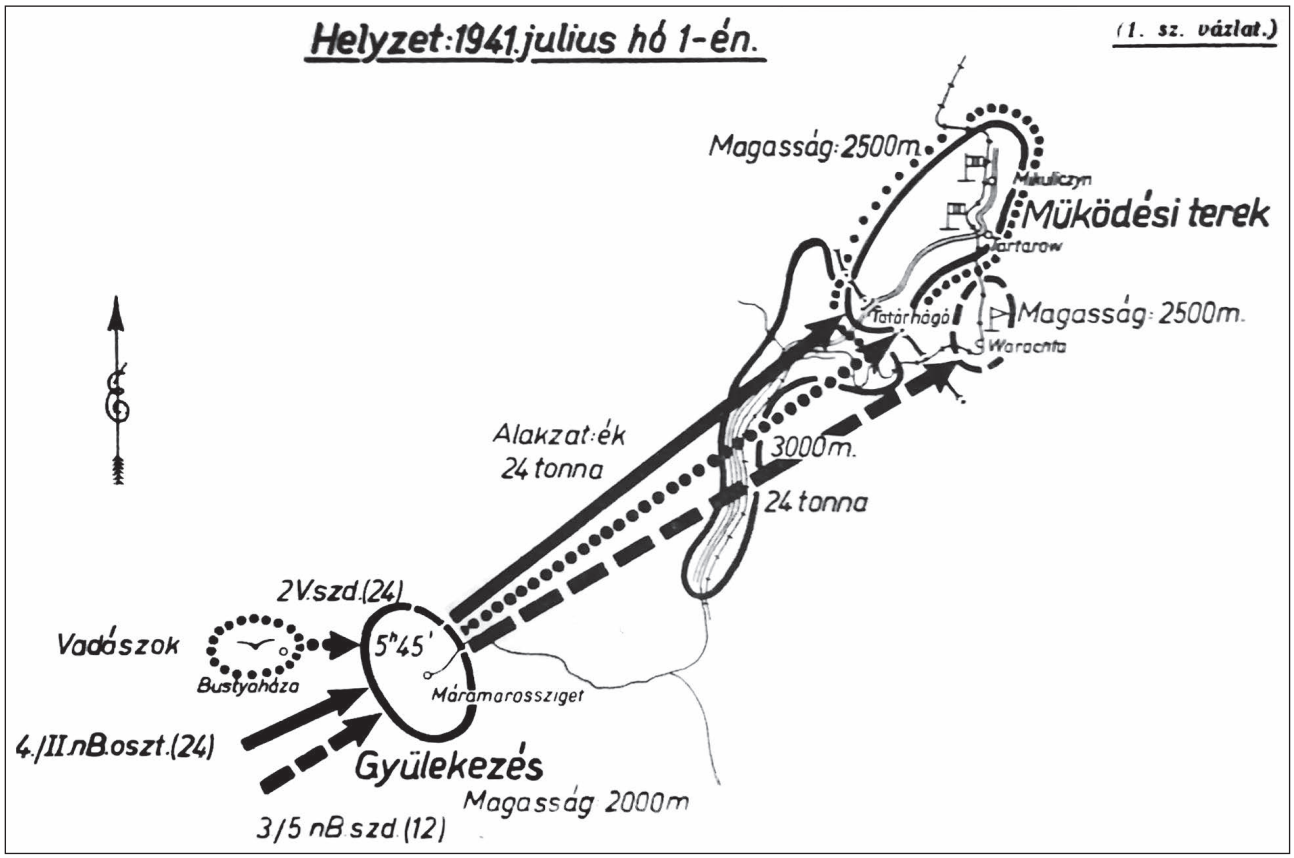
A Tatár-hágó körzetét a szovjet csapatok már korábban kiürítették, ezért az első napokban harcérintkezésre nem került sor. A szovjet csapatok Gyeljatyinig valamennyi műutat járhatatlanná tették és az összes hidat felrobbantották. Emiatt az előrenyomulás lassúvá vált, és – mivel a dandár kevés műszaki erővel és eszközzel rendelkezett –, az utak helyreállítása igen vontatottan haladt [2, 317. o.].

A határt a reggeli órákban átlépő hegyi és határvadász csapatok nehezen nyertek tért. A 4. hegyi zászlóalj Vorohtát érintve Argyezuluzáig, a 3. hegyi zászlóalj pedig Vorohtáig jutott előre, a dandár zöme pedig – Kögler Jenő ezredes csoportja – már Tatarov előtt elakadt [4, 71. o.]. Emiatt a 2. gépkocsizó dandár az 1. hegyi dandár mögött volt kénytelen vesztegelni [3, 86. o.].

Az egyébként is korlátozott áteresztő képességű utak állapotát még tovább rontották az elkezdődő esőzések, és az utak szokatlanul nagy mennyiségű gyalogos és jármű (nem beszélve a gépjárművek és a páncélosok) terhelése. Az esőzések miatt a gyorsfolyású patakok megáradtak és sok esetben elsodorták a műszaki csapatok által létrehozott szükséghidakat, a patakok szélessége pedig a nagy vízhozam miatt megnőtt. Ezek együttesen tovább gátolták a menet során feltorlódó csapatok előrevonását és jelentősen késleltette a csapatok (ezen belül is a gyorscsapatok) harcba vetését.

* Nyá. alezredes, ORCID 0000-0002-3746-9588

DOI: 10.23713/HT.54.1.13



27. ábra. A Magyar Királyi Honvéd Légierő légitámadásáról készült vázlat (1941. 07. 01.) [18]

A déli órákra a hadműveletek jobb szárnyára beérkező Miklós Béla vezérőrnagy átvette a parancsnokságot a csoportosítás felett [3, 86. o.]. Úgy döntött, hogy a keskeny előrevonási útvonal zsúfoltsága ellenére, a 2. gépkocsizó dandárt a felvonult Felkl-csoport harcoszlopain keresztül veti majd ütközetbe.

Az 1. hegyi dandárnak parancsba adta, hogy a műúttól keletre, a Hoverla-hegyen keresztül jusson ki a Prut völgyébe [2, 317. o.]. A dandár két zászlóalja a meghatározottak szerint megindult a Hoverla lejtőjén. Az 1. hegyi zászlóalj Vorohtát érintve, Zabije felé elérte Ardzeluzát. Azonban a zászlóalj zöme, a jelentős mérvű rombolás miatt végül Tatarov területén, az ötödik lerombolt hídnál elakadt. A 3. hegyi zászlóalj Vorohtáig jutott el.

A 2. gépkocsizó dandárnak fél napjába került, mire átkínlódta magát a kijelölt előrevonási útvonalon lévő saját erőkön [5, 216. o.]. A gyors ütközetbe vetési kísérlet így kudarcot vallott, nem sikerült időt nyerni, sőt a magyar csapatok jelentős időhátrányba kerültek. Végül a gépesített erők Tatarovon áthaladva hamarosan elérték Mikulicsint, ahonnan – a műút jobb állapota miatt – már gyorsabban haladtak [4, 71. o.].

A támadás első napjára az 1. lovasdandár állományának még mindig csak a 80%-a érkezett be a kijelölt körletébe.

Az 1. gépkocsizó dandár Budapestről végrehajtotta a 250 km-es, majd az azt követő újabb 280 km-es keréken végrehajtott menetet, amely után, július 1-én éllel beérkezett Rahóra.

Az 101. számú páncélvonat – kihasználva a korábban már említett, sikeresen elfoglalt Beszkideken átvezető vasúti alagutat – a határon átnyúló európai szabványú vasútvonalon felderítési feladatok végrehajtására, bevetésre indult Oporec felé [6, 48. o.].

A harcoló csapatok ellátását biztosító élelmezési és egészségügyi egységek is Huszt – Rahó – Ökörmező területére települtek [3, 86. o.].

Események július 2-án – A Kárpátok bércei között

A Kárpát-csoport előtt lévő szovjet csapatok már mindenütt visszavonulóban voltak. A fő erők elszakadását erős utóvédekkel biztosították. Céljuk a Dnyeszter elérése, és annak keleti partján történő megkapaszkodás volt. Lehetőség szerint igyekeztek a magyar csapatok gyors előretörését lassítani annak érdekében, hogy a kivont csapatok a számukra meghatározott védelmi terepszakaszokat elfoglalhassák.

A támadó csapatok támogatására a 4/4. bombázószázad – a 3/5. bombázórepülő-század 8 db Caproni Ca–135-ös bombázó gépével megerősítve – támadta a Sztanyiszlav, Zalescsiki, Sznyatin körzetében lévő célpontokat, illetve a körzetből visszavonuló szovjet csapatokat [1, 80. o.].

Július 2-án a bal szárnyon folytatott előrenyomulásban kimerült 8. határvadász dandár részére Skolében pihenőt rendeltek el.

Rakovszky vezérőrnagy dandárparancsnok – a rövid pihenő által adott lehetőséget kihasználva – a vezetés egyszerűsítése, az erők koncentrálása és az ütőerő növelése érdekében a meglévő erőkből két csoportosítást hozott létre. A 2. hegyi zászlóaljból – az 1. hegyi zászlóalj parancsnoka, Újlaky György alezredes parancsnoksága alatt – alakult meg az ún. Újlaky-csoport[77], míg a Pisky-csoport[78] Pisky Zoltán alezredes parancsnoksága alatt jött létre. A dandárparancsnok ezen kívül a hadtesttől két hadihíd-oszlop útba indítását igényelte, mert addigra már a visszavonuló szov-



28. ábra. A rombolt utakon páncélgépkocsikkal nehéz volt az előrejutás (Fotó: Képes Vasárnap, 1941. 28. sz.)



29. ábra. Az első honvédjárőr a Kárpátok túlsó oldalán (Fotó: Képes Vasárnap, 1941. 28. sz.)

jet csapatok a Vigodánál lévő Svica-hidat és az Opor hídjait is felrobbantották [4, 71. o.].

Az Újlaki-csoport (az 1. hegyi-, a 25. határvadász- és a VIII. kerékpáros zászlóalj) és a Pisky-csoport (a 2. hegyi-, a 10. határvadász- és az újonnan beérkező 15. kerékpáros zászlóalj) július 4-re elérte Boljekov – Ludovikana vonalát. További feladatuk volt, hogy a kerékpáros alegységeikkel Kalus és Sztanyiszlav irányában derítsék fel a területet, minél előbb jussanak ki a Dnyeszterhez, és vegyenek birtokba átkelőhelyeket. A gyalogos egységek számára végső támadási célként Sztanyiszlav elfoglalását határozták meg [5, 216–217. o.].

A dandár a hadműveleti csoportosítás északi szárnyának biztosítási feladatát is megkapta. A német 101. könnyű gyaloghadosztállyal közös sávhatárt az Orov–Taniava–Boljehov–Kalus települések északi vonalában határozták meg.

A dandár alárendeltjeinél lévő 151. és 152. kerékpáros utászszázadait átadatták a gyorshadtestnek, hogy a Tatárhágónál lévő utak mielőbbi helyreállításával biztosítsák a fő erők előrevonását. A helyettük megkapott 15. kerékpáros zászlóaljat, valamint annak utász erőit is beszámítva, csak minimális műszaki képesség maradt a csapatnál.

Július 2-án a déli szárnyon a 2. gépkocsizó dandár már aktív támadó tevékenységet folytatott és az élen, az adott lehetőségek szerint a felderítő-zászlóalj „tört előre” Gyeljatyin – Nadvorna terepszakaszig, elhagyva a Hoverla hegy oldalában lassan előremozgó, illetve az utak használhatóvá tételén dolgozó 1. hegyi dandár csapatait.

A 2. felderítő-zászlóalj – Zádor Endre alezredes parancsnok közvetlen vezetésével és irányításával – 1941. július 3. és 5. között erőszakos felderítő tevékenységet folytatott, amely időben biztosította a dandárparancsnok részére a felderítési adatokat az ellenségről és a terepről. Esetenként a zászlóaljparancsnok a fontosabb járőröket személyesen, vitéz magatartással vezette, ezért kitüntetésben részesítették.[79] A zászlóalj kiküldött felderítőjárőrei július 2-án, a nap végére kijutottak Gyeljatyinig, míg a zászlóalj Mikulicsint foglalta el. A dandár előrevonását már elsősorban nem a szovjet utóvéd csapatok, hanem a műtárgyak rombolása és az utak korlátozott járhatósága akadályozta. Tatarovtól Gyeljatyinig hét felrobbantott híd állta útjukat, ezért a felderítőket követő 6. gépkocsizó zászlóaljat – annak érdekében, hogy mielőbb kiérjenek a megszabott körzetbe – gyalog indították útnak. A hidak helyreállításához szükséges hadihíd-anyagok azonban ekkor még csak Huszt körzetében voltak. A helyreállítási munkákhoz szükséges, hiányzó műszaki erőket a 8. határvadász dandár műszaki erőinek átcsoportosításával igyekeztek pótolni [6, 49. o.].

Az 1. hegyi dandár – mint a Miklós-csoport alárendeltje – Zsabja területére előrenyomulva Mikulicsin – Tatarov – Lazescsin körzetét elfoglalva, déli irányból biztosította a gyorshadtest hátát. A hegyi dandár ellátását biztosító vonat a nehéz hegyi pályán azonban nem tudta követni a dandár csapatait, ezért a dandár ellátásában utánpótlási nehézségek kezdtek mutatkoznia. A kezdeti időszakban a hiányt különböző szükségmegoldásokkal és a zsákmányolt hadianyagok felhasználásával igyekeztek pótolni.[80]

Az 1. gépkocsizó dandár csapatai, a 9. harckocsizászlóalj és vonata kivételével, beérkeztek Borkút–Trebusa körzetébe.

Az 1. lovasdandár még mindig folytatta felvonulását a körzetébe, parancsnoksága pedig Nagybocskóra települt át.

Események július 3-án – Kijutás a Kárpátok keleti lejtőire

Július 3-án a magyar támadó csoportosítás bal szárnyán a Rakovszky-csoport már az új harcászati csoportosításban folytatta a feladatát.

A Pisky-csoport a nap során zászlóaljaival elérte Ludovika, illetve Tyereskova körzetét, miközben a felderítő szervei már Vigoda irányában folytatták feladatukat. A bal szárnyon előrenyomuló alegységek Sztrij térségében – a kisebb kezdeti együttműködési nehézségek után[81] – felvették az összeköttetést a szomszédos német csapatokkal és biztosították a Kárpát-csoport bal szárnyát. A dandár bal

30. ábra. Úttalan utakon (Fotó: Képes Vasárnap, 1941. 29. sz.)





31. ábra. …ha kell a vasúti pályán, de előre!
(Fotó: Képes Vasárnap, 1941. 29. sz.)



33. ábra. Ha az utak nem járhatók, akkor a terepen kell biztosítani az előrejutást (Fotó: Képes Vasárnap, 1941. 28. sz.)

szárnyán harcoló 25. határvadász-, 1. hegyi és VIII. kerékpáros zászlóaljak Kamionkán és Bolohovon át, a jobb szárnyon lévő 2. hegyi és 10. határvadász-zászlóaljak pedig a Svica völgyében, Vigoda falun keresztül, Dolina településre való beérkezést kapták feladatul. A 15. kerékpáros zászlóaljat Volócról Viszkovon át, egyenesen Dolinára csoportosították át.

Az Újházy-csoport folytatta előrenyomulását Ludvikovka helységen át. A VIII. kerékpáros zászlóaljnak a főerők fedezését végrehajtva, szintén Dolináig való kijutás volt a feladata. A kerékpáros zászlóalj utász százada Skolénél az Opor folyón megkezdte a hadihíd építését, ami a következő napra el is készült. Felkészültek a Svica-patak áthidalására is, de a heves esőzések miatt a patak folyóvá duzzadt, ezért meg kellett várniuk az áradat levonulását.

A gyorshadtest kellő ütemű előrenyomulása csak a Felkl-csoport gyalogos részeinek az előrevonási útról történő levonulása, és az út helyreállítási munkáinak megkezdése után vált lehetővé. A 2. gépkocsizó dandár – a Kárpát-csoport első lépcsőjeként – a fő támadási irányban igyekezett előrejutni.

Az élen haladó 2. felderítő-zászlóalj felderítőosztaga Örményi Zoltán százados, a motorkerékpáros század parancsnokának alárendeltségében hajtotta végre a felderítést. Az osztagparancsnok felderítés közben félszázadával 1941. július 3-án Kolomejában eredményes helységharcot vívott az ellenséggel, támadásukat elhárítva tovább tört előre és folytatta a felderítési feladatát.[82] Kolomeját végül a dandár első lépcsőjében harcoló 12. kerékpáros zászlóalj és a 6. gépkocsizó zászlóalj foglalta el egy 150 fős szovjet utóvéd kiverése után, majd a helyiség megtisztítását követően, a területet biztosította.

A harcokban kitűnt Mátyássy Miklós százados – a 12. kerékpáros zászlóalj puskás századának parancsnoka –, aki ezen a napon a felderítőosztagával elfoglalta Nadvorna-t, majd öntevékenyen és saját felelősségére Sztanyiszlavig előretört. A várost elsőként vette birtokba és azt öt napon keresztül tartotta [5, 216. o.].

A 2. gépkocsizó dandár fő erői kijutottak Jamnáig, a többi alárendeltje Tatarov és Kőrösmező között, a fő előrevonási útvonalon meneteltek. A beérkező 9. harckocsi-zászlóalj – a Kőrösmezőn végrehajtott kirakodást követően – csatlakozott a dandár főerőihez.

A nap végére a 2. felderítő-zászlóalj felderítő szervei is kijutottak Sztanyiszlavig.

A végrehajtott légi felderítési adatok és légi megfigyelések alapján megállapították, hogy a szovjet csapatok nagy méretű csapatátcsoportosításokat hajtottak végre a Kárpát-csoport előtti hadműveleti területről északi irányba, illetve mögöttük, Kolomija–Zalescsiki–Skala útvonalon is. Azt is jelentették, hogy ekkorra már csak három ép híd maradt a Dnyeszteren. Ezek közül kettő Zalescsiki és egy híd pedig Nyizsov településeknél ívelt át a folyón.

A gyorshadtest parancsnoka – a Dnyeszteren való átkelési lehetőségek megszerzése érdekében – az előretörés ütemének gyorsítását adta parancsba Horodenka – Zalescsiki irányba.

A vezérkar is értékelte a beérkezett felderítési adatokat és azok alapján a Kárpát-csoport további feladataként egy északkeleti Sztanyiszlav – Halics irányú előretörés végrehajtását szabta meg, amely célja a szovjet csapatok Dnyeper mögé történő tervszerű visszavonulásának megakadályozása volt [6, 51. o.].

A jobb szárnyon „tevékenykedő” Felkl-csoport még ezen a napon sem tudott túljutni Tatarov településen [3, 86. o.]. Az 1. hegyi dandár a nehéz terepen csak igen lassan jutott előre. Vonata nem tudta követni, s ezért Felkl Jenő dandárparancsnok július 4-én légi úton kért élelmet és egyéb ellátmányt. A Kárpát-csoport parancsnokság az intézkedést ki is adta, a repülők azonban a nagy ködben a korlátozott látási viszonyok között nem tudták az élelmiszert a dandárhoz eljuttatni [4].

Az 1. gépkocsizó dandár a begyülekeztetett erőivel már megkezdte az egyetlen, szűk útvonalon az előrevonását Tatarov irányába. A gyorshadtest másik seregtestét, az 1. lovas dandárt még mindig a csapata beérkeztetése foglalta le.

A szárazföldi csapatok feladatának biztosítása érdekében az 1. távolfelderítő osztály folytatta Snyatin–Kamenyec-Podolszki–Borscsov–Csortkov helységek, illetve a Dnyeszter átjáróinak felderítését. Ezzel párhuzamosan a Kárpát-

32. ábra. Erőpróba a nehéz terepen
(Fotó: Képes Vasárnap, 1941. 28. sz.)





34. ábra. A pontonok előrevonása komoly nehézségekbe ütközött (Fotó: Képes Vasárnap, 1941. 30. sz.)

csoport alárendeltségében tevékenykedő két közelfelderítő század is folytatta a felderítési feladatait a harcászati mélységben. A 4/3-4. és a 3/5. bombázórepülő-századok támadták Kamenyec-Podolszki–Borscsov–Csortkov helységeket, illetve az erődvonalukhoz visszavonuló ellenséges menetoszlopokat, amelyek a Dnyeper mentén nagyon sokszor komoly ellenállást tanúsítottak a magyar csapatokkal szemben [1, 80. o.].

Az addig kiadott német és magyar értékelések általában elismeréssel szóltak a szovjet csapatokról: „*tevékenységük egyre szervezettebb, felismerik a helyzeteket és többnyire jó döntéseket hoznak. Szívósságuk és kitartásuk példaértékű, még a kilőtt harckocsikat is védik. A végsőkig harcolnak, veszteségeikkel nem törődnek.*”[83]

Események július 4-én – Folyóakadályok leküzdése

A csoportosítás északi szárnyán a Rakovszky tábornok vezette kötelék folytatta lendületes támadását. A Volócról Viskovon át beérkező 15. kerékpáros zászlóalj gépkocsizó éle megfelelő gázlót felderítve – híd nélkül is – átkelt a Svica folyón, és már a délelőtti órákban kijutott Dolinára. Kiküldött felderítőcsapatai gyors előretöréssel 17 órára behatoltak Sztanyiszlávba, ahol sikeresen elfoglalták a Bisztrica folyón átvezető hidat.

A gyors előretörés eredményeként a csapatok jelentős mennyiségű hátrahagyott hadianyagot zsákmányoltak.[84]

Az Újlaki-csoport és a Pisky-csoport, valamint a fentebb említett 15. kerékpáros zászlóalj július 4-ére elérte Boljekov – Ludovikana vonalát. A zászlóalj kerékpáros részei további feladatként megkapták a Kalus és Sztanyiszlav irányába történő felderítés végrehajtását, és a Dnyeszterhez való mielőbbi kijutást annak érdekében, hogy birtokba vegyék az átkelőhelyeket. A gyalogos csapatok számára végső támadási célként Sztanyiszlav város teljes elfoglalását határozták meg [5, 216–217. o.].

Az Újlaky-csoport még kora reggel átkelt az Opor folyón az utászok által elkészített szükséghídon keresztül, és éjjel kijutottak Dolináig. A csoport zöme Boljekovig jutott előre a rossz minőségű úton. A VIII. kerékpáros zászlóalj is beérkezett Dolinára, onnan azonban a Kárpát-csoport parancsnoksága – az addigi csoportosításból kivonva – Bednarovra rendelte a csapatot.

A dandárparancsnokság is követte csapatait és áttelepült Dolinára. A végrehajtott gyors előretörés és a rossz útviszonyok miatt a Rakovszky-csoport kiterjedése már légvonalban is 180 km-re növekedett, ami komoly utánpótlási gondokat vetett fel.

A déli szárnyon a Felkl-csoportot kivonták Miklós vezérőrnagy parancsnoksága alól [5, 216–217. o.]. Az 1. hegyi dandár által elfoglalt területen megkezdődött a katonai közigazgatás bevezetése. A dandár alárendelt zászlóaljaival Berezov–Zsabja–Vorochta–Lazescsina és Blotek településeket elfoglalva a továbbiakban biztosítási és útfenntartási feladatokat látott el, illetve folytatta a déli irány felderítését. A szovjet csapatok az addig használt egyetlen járható utat, és az azon átvezető közbeeső hidakat 17 helyen robbantották be. Ezek közül is a legnagyobb gondot a Tatarov–Mikulicsin közötti híd és a gyeljatyini viadukt helyreállítása, illetve annak kiváltása okozta [6, 52. o.].

A 2. gépkocsizó dandár is folytatta a visszavonuló erők Dnyeszterig történő követését és felkészült, hogy a folyó túlsó partján hídfőket hozzon létre. A legnagyobb súlyú előrenyomulást Horodenka–Zalencsiki irányában folytatta, ahol még két híd volt használható állapotban.

1941. július 4-én a dandár első lépcsője reggel 7 órakor megkezdte az előrevonását, az előttük nyomuló felderítőerők már délre felzárkóztak az orosz erők Horodenka falut védő biztosítási vonalára. A Horodenkát a 2. felderítő-zászlóalj árkászszakasz parancsnoka, Scweickhardt Gyula zászlós, a kiküldött harcfelderítő járőr parancsnokaként derítette fel, és felderítés eredményének jelentését követően a felderítőosztag harcában is kezdeményezően részt vett, amiért kitüntetésben részesült.[85]

A fedező erők visszavetése után a dandár él zászlóalja betört a településre, ahol igen véres és elkeseredett utcai harcot vívtak. A 2. gépkocsizó dandár parancsnoka Horodenkán harcba vetette a 12. kerékpáros zászlóaljat, majd Sznyatinon át a 6. gépkocsizó zászlóaljat is bevetette a zalescsiki-híd megszerzése érdekében. Az itt védekező szovjet utóvédeket a zászlóaljtól kiküldött Joanelli Tibor hadnagy parancsnoksága alatt tevékenykedő felderítő járőr határozott támadása vetette vissza.[86] A kb. két zászlóalj erejű szovjet erő ellenállása csak azt követően tört meg, amikor a dandár főerői átkaroláshoz fejlődtek fel. Így tudták a települést még sötétedés előtt birtokba venni a magyar csapatok.

A Nyizsnyovban lévő, még ép Dnyeszter-híd birtokba vételére a 12. kerékpáros zászlóaljat indították Sztanyiszlavon keresztül, de végül ezt a feladatot az 1. gépkocsizó dandárnál kedvezőbb megközelítési helyzetben lévő 10. kerékpáros zászlóalj hajtotta végre.

35. ábra. Kerékpáros csapatok a Prut folyó völgyében (Fotó: Képes Vasárnap, 1941. 29. sz.)





36. ábra. Kijutás a Kárpátokból

Ekkora már az 1. gépkocsizó dandár már Gyeljatyinig jutott előre.

Az 1. lovasdandár a részére meghatározott megindulási körletében Borkút – Rahó területén összpontosult [5, 216–217. o.].

A gyorshadtest-parancsnokság a törzsszállását Kolomijába helyezte át, a Kárpát-csoport parancsnoka pedig áttelepült Ökörmezőre [3, 86. o.].

(Folytatjuk)

Irodalomjegyzék

[1] M. Szabó Miklós. *A Magyar Királyi Honvéd Légierő a második világháborúban*, Budapest: Zrínyi Katonai Kiadó, 1987.;

[2] „A Kárpát-csoport megalakulása és harctevékenysége (1941. június 30. – július 8.)" in Liptai Ervin (szerk.). *Magyarország hadtörténete két kötetben* (Budapest: Zrínyi Katonai Kiadó, 1985) II. kötet;

[3] Csima János: *Adalékok a Horthy-hadsereg szervezetének és háborús tevékenységének tanulmányozásához (1938-1945)* Budapest: Honvédelmi Minisztérium Központi Irattár, 1961.;

[4] Kálmán Dániel. *A magyar királyi honvédség a II. világháborúban*. Miskolc: 1971–1974. HIM HL TGY 2721;

[5] Helgert Imre, Vass Jenő Sándor: *A Hazáért. A Magyar Honvédség múltja és jelene 1848-2004*. Szaktudás Kiadó Ház, 2006.;

[6] Andaházi Szeghy Viktor. *A magyar királyi Honvédség részvétele a Szovjetunió elleni támadásban (1941. június – december)*, Szeged: Belvedere, 2016;

[7] Andaházi Szeghy Viktor. „A Kárpát-csoport 1941. évi ukrajnai tevékenysége" *Hadtörténelmi Közlemények*, 117. évf., 1. sz. (2004.) http://www.epa.hu/00000/00018/00076/pdf/EPA00018_hadtortenelmi_2004_01_205-248.pdf.;

[8] *Harcászati szabályzat*. „1. rész., Harcászati elvek." Budapest: M. Kir. Honv. Minisztérium Kiadványa, 1939, 37–39. p.;

[9] Horváth Csaba. *A magyar katonai felderítés története. A kezdetektől 1945-ig* (Budapest: Puedlo Kiadó, 2006.);

[10] Kontz Sándor szds. „A 8. határvadász dandár hadműveletei, 1942. június 28–július 9." *Magyar Katonai Szemle* 12. évf., 1.sz. (1942. I. negyedév);

[11] Kozma Endre, Héjja István, Stefancsik Ferenc. *Katonaföldrajzi kézikönyv*, Budapest: Zrínyi Kiadó, 1993;

[12] Vitéz Somogyi Endre. *Magyarország és környező államainak katonai földrajza*, Budapest: Jakab. M. H. Könyvnyomdai Műintézet nyomása, 1930;

[13] *Magyar Tartalékos Tisztek Lapja* IV. évf. 7. szám,1943. április 5. (MTTL IV.évf. 7. sz.);

[14] Szabó Péter. *Harcok a horogkereszt árnyékában. A magyar királyi honvédség küzdelme a keleti hadszíntéren 1941–1944*. (Magyar történelem – Nagy csaták 12.) Budapest: Duna International, 2013.;

[15] Somkutas Róbert. „A hidak biztosításának szerepe a magyar haderő erőinek és eszközeinek előrevonásában az 1941 évi délvidéki hadművelet során." *Katonai Logisztika* 25, 3-4. szám (2017), 137–179. p. Letöltve: 2019.09.24. http://epa.oszk.hu/02700/02735/00085/pdf/EPA02735_katonai_logisztika_2017_3-4_137-179.pdf;

[16] Boda József, Ruszin Romulusz. *Levegőből harcba. A magyar katonai ejtőernyőzés története és változó feladatrendszere*. Budapest: Zrínyi Kiadó, 2012.;

[17] M. Kir. Honvéd vezérkar főnöke. *4.osztály, A folyó háború tapasztalatainak ismertetése (Zárult 1941.XII.) Gyalogság, gépkocsizó gyalogság*, Budapest: Attila-nyomda részvénytársaság, 1942, 9. p.;

[18] vitéz ditrói Orosz Béla m.kir. rep. ezredes: A magyar Légierők teljesítményei a Kárpátoktól a Dnyeperig. Tapasztalatok a repülőerők vezetése és alkalmazása terén, Budapest, 1942, A Vitézi Rend Zrínyi csoport kiadása.

Jegyzetek

76 A Hoverla magassága 2061 m, az Ukrán-Kárpátok legmagasabb csúcsa. 1939. március 15. és 1940. augusztus 30. között Magyarország legmagasabb pontja volt. https://hu.wikipedia.org/wiki/Hoverla Letöltés ideje: 2018. március 1.;

77 Az Újlaky-csoport: 1. hegyi, 25. határvadász-, VIII. kerékpáros zászlóaljak és a 24. tüzérosztály. Andaházi Szeghy Viktor, „A Kárpát-csoport 1941. évi ukrajnai tevékenysége" *Hadtörténelmi Közlemények*, 117. évf., 1. sz. (2004): 224. o.;

78 A Pisky-csoport állománya: 2. hegyi és 10. határvadász-zászlóaljak, 24. tábori tarackos és 2. hegyiágyús ütegek, a 24. árkász- és a 151. kerékpáros utászszázadok. Andaházi Szeghy Viktor, „A Kárpát-csoport 1941. évi ukrajnai tevékenysége" 225. o.;

79 HIM HL kitüntetési javaslat. 1941_3d.–1a;

80 A dandár a fellépő élelmiszerhiány megoldására például a vorochtai péküzem ideiglenes beindításával segített. Andaházy Szeghy Viktor, *A magyar királyi Honvédség részvétele a Szovjetunió elleni támadásban (1941. június – december)* (Szeged: Belvedere, 2016), 49. p.;

81 A német csapatok nem ismerték fel a magyar egységet, ezért tüzet nyitottak rá, amit azok viszonoztak. Ez a hiányosság egy-egy sebesült áldozatot követelt mindkét fél részéről. Andaházi Szeghy Viktor, *A magyar királyi honvédség részvétele a Szovjetunió elleni támadásban (1941. június – december)* (Szeged: Belvedere, 2016), 50. o.;

82 HIM HL kitüntetési javaslat. 1941_3d.–1a;

83 Helgert Imre, Vass Jenő Sándor, *A Hazáért. A Magyar Honvédség múltja és jelene 1848–2004*. (Budapest: Szaktudás Kiadó Ház, 2006): 216. o.;

84 Magyar kézre jutott 18 db könnyű, 8 db közepes, 6 db nehéz harckocsi, 25 db lánctalpas vontató, 50 db tehergépkocsi, 5 db személygépkocsi és 2 db I–16 típusú vadászrepülőgép, valamint egy teljesen feltöltött katonai raktár, 15 vagon tüzérségi lőszer és 10 000 l benzin;

85 HIM HL kitüntetési javaslat. 1941_3d.-1a 31 49;

86 HIM HL kitüntetési javaslat. 1941_3d.-1a 31 40.

*Farkas Zoltán**

Lánctalpas futóművek VIII. rész

Láncfeszítő kerék és feszítőszerkezetek

A láncfeszítő szerkezet és láncfeszítő kerék biztosítja a lánc vezetését, fordítását a talajviszonyoknak megfelelő feszesség beállítását, a kopások miatti utánállítást, különösen a fémcsuklós láncok esetében. Biztosítja a lánctalp szerelhetőségét a szükséges cserék, javítások elvégzéséhez. A változtatható hasmagasságú eszközöknél biztosítani kell a mindenkori optimális láncfeszességet.

A láncfeszítő szerkezetek alkatrészei és a feszítőkerék nehéz körülmények között üzemelő berendezések, amelyek biztosítják a lánctalp feszességét. A láncot érő nagy erők ütések, lökések káros hatásainak kiküszöbölésére az akadályok leküzdésére a láncot elő kell feszíteni, megfelelő védelmet kell biztosítani a páncéltesten kívül lévő szerkezeti elemeknek a lövedékekkel szemben. A rugózatlan láncvezető kerék felütközése a terepen történő nagy sebességű haladás esetén, rövid ideig elérheti a 40 g-s csúcsgyorsulást is a páncéltestre.

A láncfeszítő szerkezettel és a lánckerékkel szemben támasztott követelmények

Könnyen elvégezhető legyen a megfelelő láncfeszesség beállítása a kezelőszemélyzet által. A láncfeszítő szerkezettel szemben támasztott követelmény a közepes és nehéz harckocsik esetében, hogy a lánctalp előfeszítő ereje 1,5–4 kN értékek közé essen. Nagyon fontos követelmény az egyszerű és könnyű javítási, cserélhetőségi lehetőség, amely az eszközök mozgásképességét hivatott biztosítani.

A mechanikus rendszerű láncfeszítő szerkezeteken túl (csavarorsós, csigakerekes-orsós, zárólemezes) hidraulikus) láncfeszítő szerkezeteket is készítenek. A hidraulikus láncfeszítő szerkezeteknél a könyökös tengelyre szerelt láncfeszítő kerék tengelyét annak belső végére szerelt karhoz kapcsolódó hidraulikus henger szabályozza. Biztosítani kell minden esetben a folyamatos nyomást, a megfelelő hidraulikaolaj minőséget, a szélsőséges időjárási körülmények közötti üzembiztonságot.

A rendszerek technikai kiszolgálási feltételei legyenek egyszerűek. A láncfeszítő szerkezetek és a kerék minősége hosszú élettartamot biztosítson.

A követelmények teljesítése feltételezi a szilárdságot, a keménységet, a tartósságot, az alkatrészek magas kopásállóságát, mert ezek alkotják a rendszer súlypontját. Ezek az alábbiak:

1. A hengeres csigakerekes áttételnél a láncfeszesség beállítása után a feszítőszerkezetet tehermentesítik a feszültség alól, hogy az akadályok leküzdésekor maradó deformáció és meghibásodás nélkül az érintkező felületen átvegye a terhelést.
2. Az előfeszítés után megbízható rögzítés alkalmazása a láncfeszítő-szerkezetnél, kizárva a meglazulás lehetőségét.
3. A láncfeszítő kerékben tartós csapágyak alkalmazása, amelyek a számítások alapján bírják a dinamikus terheléseket.
4. A feszítőkerék speciális küllős kialakításával biztosítsa a földtől, hótól való öntisztítását.

Azoknál a harckocsiknál, amelyeknél a hasmagasság változtatható, a láncfeszítő kerék (szerkezet) mozgástartományát úgy kell meghatározni, hogy láncfeszesség változása estén a lánc feszességet újra szabályozza. Ennek a követelménynek a teljesítéséhez kinetikai számításokkal meghatározzák a feszítőszerkezet konstrukcióját, a feszítőkerék szükséges elmozdulási nagyságát, a láncfeszítő tengely sugarát és az elfordulás szögét.

Kis határok között legyen rögzíthető a láncfeszítő kerék a lánc legpontosabb előfeszítésének érdekében. A követelmények teljesítése függ a kiválasztott feszítő- és a rögzítőszerkezet típusától.

A feszítőszerkezetek összehasonlító elemzése, értékelése

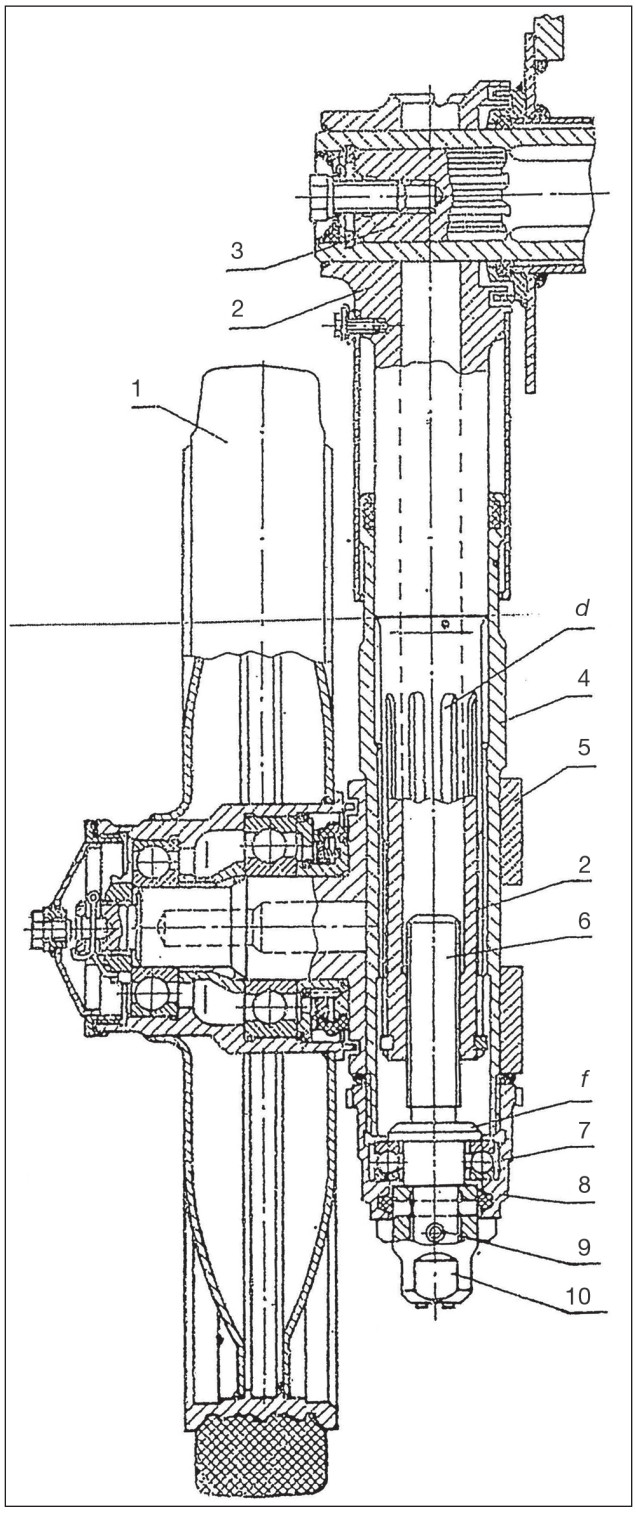
1. A feszítőkerék elmozdulásának pályája a lánctalp megfeszítéséhez eltérő – egyenes vonalú, vagy köríven elmozduló – szerkezeti megoldásokkal biztosítható. Az egyenes feszítőkerekes rendszert alkalmazták az ASZU–57-es ejtőernyővel is ledobható önjáró lövegnél. Az egyszerű felépítésű hátsó, negyedik torziós rugózású tömörgumi abroncsozású futógörgő – amely egyben a feszítőkerék is – *Z* tengelyébe építették be a feszítőszerkezetet.

A *80. ábrán* a feszítőkerék-tengely a kerékaggyal (5) egy belső bordázattal *(d)* készült csőre (4) kapcsolódik. Ennek a csőnek a felső vége a *Z* tengely hengeres felületére illeszkedik, megvezeti azt. A *Z* tengely alsó végét menettel látták el, amelybe a (6) szabályozó illeszkedik. A futó-feszítőkerék kerékagya menetes záró fedélbe (8) talpcsapágyon támaszkodik az *„f”* peremen a (6) szabályozócsavar. Az anya (10) forgatásával lehet a *Z* tengelyen a futó-feszítő görgők távolságát állítani, a *Z* tengely tengelyéhez viszonyítva. Az anya (10) négyszögletű – a láncot feszíteni vagy lazítani – lecsavarodás ellen sasszeg (9) biztosítja. Ennél a feszítő szerkezetnél a maximális szabályozási távolság 50 mm, a lánctalp osztása 85 mm. A feszítőszerkezet megbízható működésével a közepes és nehéz harckocsiknál egyaránt alkalmazható, mivel nem sokkal kisebbek a működési feltételek a *Z* tengely *„d”* bordázatánál és a feszítő tengelyt magába foglaló (4) csőnél.

2. Különböző konstrukciók, amelyek könnyebbé teszik a lánc megfeszítését:

- tehermentesítés nélküli szerkezet;
- csavarorsós szerkezet;

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



80. ábra. ASZU–57 láncfeszítő szerkezet
1 – futó-feszítő görgő, 2 – Z tengely, 3 – torziós tengely, 4 – cső, 5 – feszítőtengely kerékagy, 6 – menetes csavar, 7 – golyóscsapágy, 8 – menetes zárófedél, 9 – sasszeg, 10 – anya, *d* – *Z* tengely bordázata, *f* – támasztó csavar

- globoid csigakerekes-csavarorsós szerkezet, ahol a csigakerék és az orsó tehermentesített;
- hidraulikus feszítő berendezés.

A *81. a ábra* az első típusú feszítőszerkezetet ábrázolja, amelyet a PT–76-os úszó harckocsinál alkalmaztak. Tehermentesítés nélküli szerkezeteket a könnyű harckocsiknál, nyitott fémcsuklós láncoknál alkalmaznak, ahol az előfeszítési erő nem több mint 500-600 kN. A láncfeszítés bonyolult folyamatából hiányzik a visszaengedő (tehermentesítő) szerkezet, ezért, ha a lánc eléri a kívánt feszességet a feszítőtengelyre bordásan kapcsolódó (8) csúszógyűrű elfordításával, akkor a (7) szorítóanyával a (8) csúszógyűrűt a (9) állógyűrűhöz rögzíti. A szorítóanya helyzetét a (3) rögzítőlemez rögzíti. A gyűrűk homlokfogazással készülnek. A feszítőszerkezet megbízható működésű, a könyökös (forgattyús) tengely körbeforgathatóságával biztosítja a feszítőkerék szükséges elfordítását. A láncfeszítő tengely excentricitása $\eta_{kp} = 40$ mm, és ennek a mozgásnak megfelelően kiszámítják a csúszó és álló gyűrűk homlokfogazásának fogszámát. Ebben az esetben: $z = 30$ fog.

Csavarorsós feszítőszerkezetet (*81. b ábra*) alkalmaztak az ISZ–2-es, ISZ–3-as harckocsiknál. Ez a feszítőszerkezet, összehasonlítva más feszítőszerkezetekkel egyszerű szerkezeti kialakítású, megbízható működésű, pontos láncfeszesség-szabályozást tesz lehetővé, kiszámítható a feszítőerő nagysága, rögzíti a feszítőkerék tengelyének helyzetét. Hiányossága azonban, hogy a szabályozási sebessége kicsi, a csavarorsós (menetes) áttétel miatt korlátozott a láncfeszítő tengely elfordulási szöge és nagy a harci sérülések veszélye. Az ISZ–3-as harckocsinál az előfeszítési erő 12 000–21 000 Nm között van.

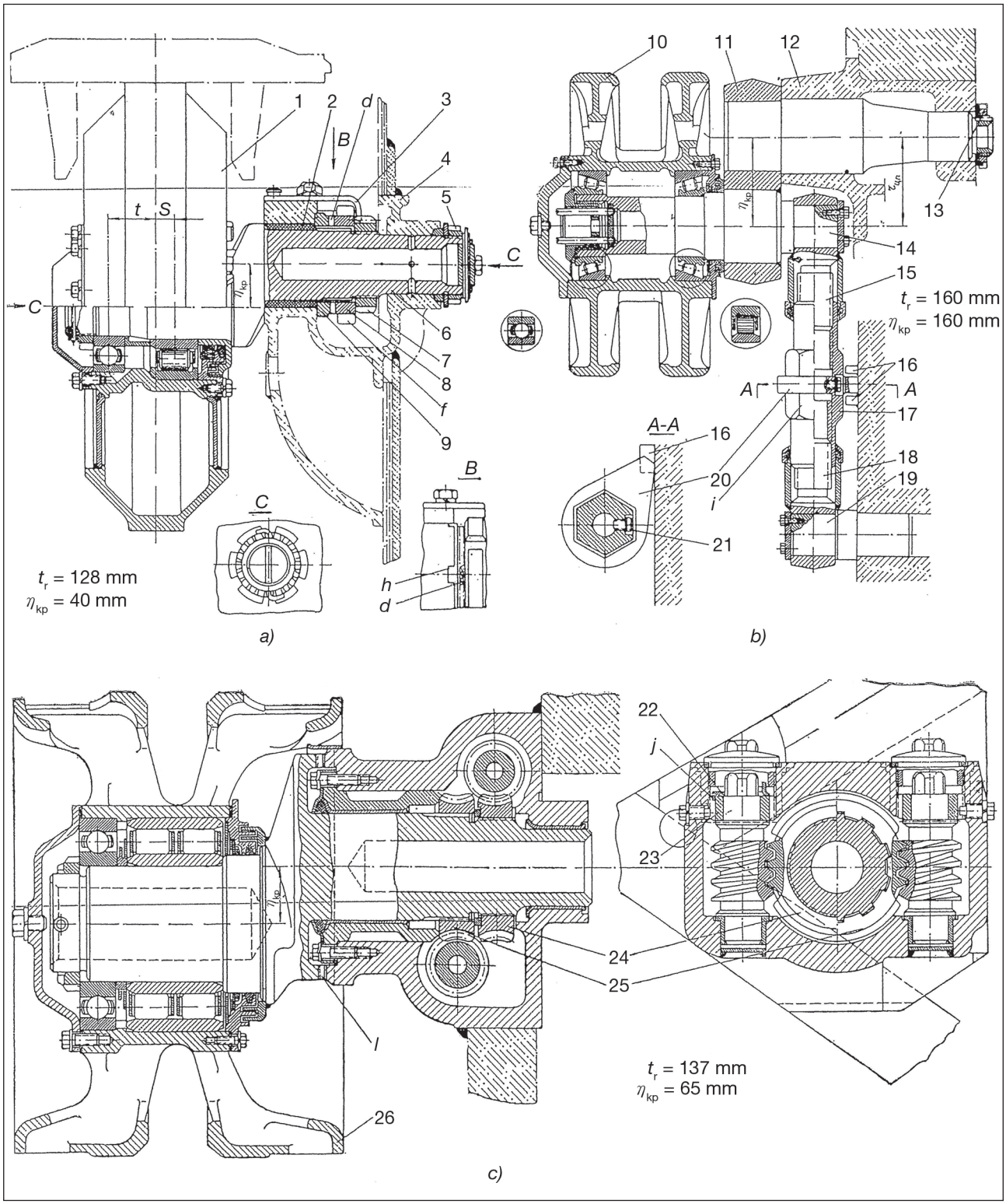
A futómű szerkezeti kialakítása nem minden esetben teszi lehetővé a feszítőrendszer oldalpáncélon való elhelyezését.

A lánc feszítését könnyebbé teszi a *csigakerekes-csavarorsós feszítőszerkezet*, amelyet megbízható működésével kiváló szerkezeti kialakításával a T–54-es, T–55-ös közepes harckocsikon alkalmaztak (*81. c ábra*). Ez a szerkezet a jó szerkezeti kialakításával és a mellső-alsó homlokpáncél és az oldalpáncél kivágásában való védett elhelyezésével a követelményeknek maximálisan megfelel. Az öntött acél feszítőkerék nagymérvű igénybevételére jellemző, hogy két hengergörgős, és labirint és filc gyűrűs tömítéssel egy golyóscsapágyon fut. A (24) menetes csigaorsó-csigakerék pár forgatja a láncfeszítő-tengelyt, végzi a feszítést vagy lazítást, a (25) menetes csigaorsó-csigakerék pár pedig a láncfeszítő tengely páncéltesthez való behúzását, az adott láncfeszesség rögzítését végzi. A későbbi szerkezeti konstrukcióknál a két csigaorsót egymásba építették (T–55A).

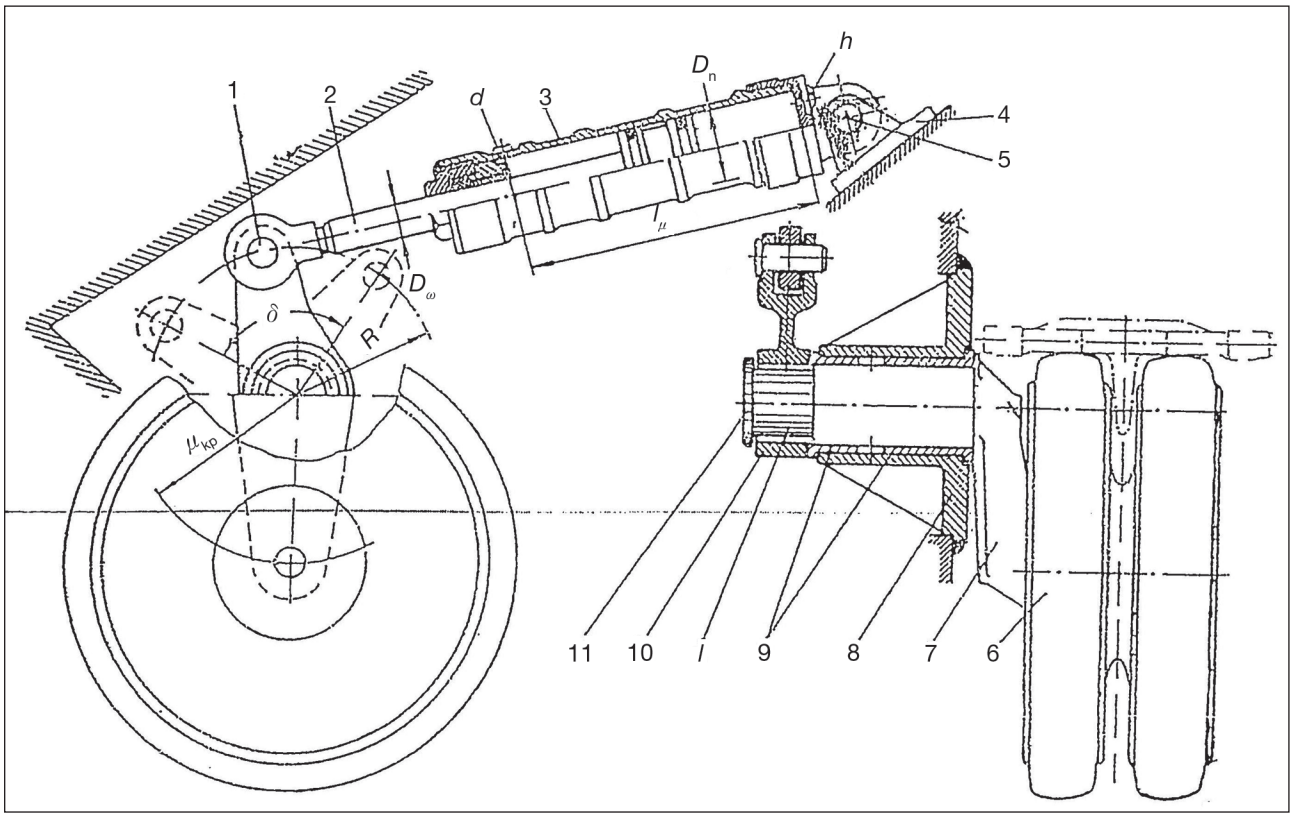
A 82. ábra a *hidraulikus láncfeszítő szerkezet* harckocsiknál alkalmazott egyik változatát mutatja. Ezt a rendszert a pneumatikus felfüggesztésű és változtatható hasmagasságú harckocsiknál (pl. MBT 70, S harckocsi, korszerű japán harckocsik) alkalmazzák.

Ez a szerkezet mozgáshatárain belül megkönnyíti és egyszerűbbé teszi a vezető számára a lánc feszességének változtatását, lehetőséget ad mozgás közben a biztos, pontos szabályozásra, továbbá a folytonos láncfeszesség ellenőrzésre. A konstrukció hiányossága, hogy bonyolultsága miatt a munkahenger páncéltesten belüli szűk elhelyezési lehetősége, a harci sérülési veszély miatt a páncéltesten kívül nem helyezhető el, korlátozott a feszítőtengely fordulási szög nagy helyzetváltoztatásra kényszeríti a láncfeszítő kereket, és jelentősen növeli a feszítőkerék tengelyének sugarát.

A *kiegyenlítő szerkezetes láncfeszítő rendszert* emelőkaros rendszernek is nevezik. Összeköti a Z tengelyt a kiegyenlítő karokkal a szélső futógörgőktől a láncfeszítő-kerék tengelyhez és láncmeghajtó kerékhez. (*83. ábra*) Az emelőkaros rendszer geometriai kapcsolatban van a kerék helyváltoztatásakor és a szélső futógörgőkkel, az alváz



81. ábra. Forgattyús (könyökös) láncfeszítő szerkezetek
a) – PT–76 könnyű úszó harckocsi 1 – láncfeszítő kerék, 2 – kopásálló persely, 3 – rögzítőlemez, 4 – feszítőtengely-tartó, 5 – menetes gyűrű, 6 – forgattyús feszítőtengely, 7 – szorítóanya, 8 – csúszógyűrű, 9 – állógyűrű, *d* – homlokfogazású csúszó és állógyűrű, *f* – külső fogazású csúszógyűrű, *h* – horony a tartóban, *b)* – ISZ–2 és ISZ–3 harckocsik 10 – láncfeszítő kerék, 11 – láncfeszítő kerék tengely, 12 – feszítőtengely-ház, 13 – menetes gyűrű, 14 – feszítőtengely-csap, 15 – első anya, 16 – közdarab, 17 – menetes szabályozó hüvely, 18 – hátsó anya, 19 – csap a páncéltestben, 20 – rögzítő, 21 – zsírzó furatcsavar, *c)* – T–54-es harckocsi 22 – rögzítőcsavar, 23 – bronzhüvely, 24 – feszítőtengely menetes csigakerék, 25 – feszítőtengely fordító csigakerék, 26 – láncfeszítő kerék, *j* – füles alátét, *l* – homlokfogazás a láncfeszítő tengelyen és a páncéltesten, η_{kp} = a két tengely középvonal távolsága (excentricitása), *s* – a csapágyak középvonal távolsága, *t* – a golyóscsapágy futógörgő középtől mért távolsága, *s* – a hengergörgős csapágy futógörgő középtől mért távolsága



82. ábra. Hidraulikusfeszítő szerkezet
1 – 5 csap, 2 – dugattyúrúd, 3 – hidraulika henger, 4 – páncéltestre hegesztett tartó, 6 – feszítőkerék, 7 – láncfeszítő tengely, 8 – *Z* tengelyház a páncéltesten, 9 – kopásálló persely, 10 – kar, 11 – menetes anya, *d* – *h* – olajfeltöltő nyílások zárócsavarral, *l* – a feszítőtengely bordázata, η_{kp} = *Z* tengely sugara, *R* – a *Z* tengelyt fordító tengely sugara, δ – a kar mozgás-tartománya, D_n – hidraulika henger átmérő, D_ω – dugattyúrúd átmérő

állandóan feszíti a láncot a különlegesen kialakított hidraulikus, pneumatikus vagy mechanikus rendszer segítségével. Az állandó láncfeszesség megváltoztatása a szélső futógörgők közötti távolság a láncmeghajtó kerék és láncfeszítő (vezető) kerék mindenkor a harckocsi hosszirányú lengésszögei által vezéreltek, a rugalmas felfüggesztésnek részei, és a terep egyenetlenségeitől függően szabályozzák a lánc feszességét. Ezt a rendszert alkalmazták az M41-es könnyű harckocsinál az M46-os, M47-es, M48-as, és M60-as fő harckocsi típusoknál. Az M48-as konstrukciós kialakítás jellemzője az első meghajtású elhelyezés, ezért a kihajtómű tengelyén van a láncmeghajtó kerék, a láncfeszítő kerék pedig a páncéltest hátsó részén.

Egyes harckocsiknál – általában a könnyű lánctalpas szerkezetnél – a kettős futófelületű feszítőkerekek a két tárcsa közötti sár, kő stb. berakodásának elkerülése érdekében annak tisztítását az azok közé benyúló és a páncéltesthez rögzített tisztítókar látja el, elkerülve ezzel az esetleges láncból való „kilépést”.

A LÁNCTALPAS JÁRMŰVEK FORDULÁSA

A lánctalpas járművek fordulása (kanyarodása) lényegesen bonyolultabb, mint a kerekes járműveké. Addig, míg a kerekes járművek kereke a kormánytrapéz és a differenciálművek segítségével a fordulási ívnek megfelelően követik annak ívét, a sajátos szerkezeti kialakítások miatt ez a lánctalpasoknál nem lehetséges. A lánctalpas eszközöknél a fordulást a lánctalpak sebességkülönbségével érik el. A *85.* ábrán látható, hogy a fordulás az *AB* és *BC* szakaszok egyenes vonalú mozgása α szöggel való elfordulásából áll, az O pólus körül.

A lánctalpak vektorokkal kifejezett sebességviszonyait a *86.* ábra szemlélteti.

A lánctalpas járművek kanyarodásához nagy teljesítmény szükséges. Az ideális fordulási teljesítmény (P_o):

$$P_o = \frac{G \cdot V_k \left(f + \frac{L}{4R}\right)}{270 \cdot \eta_m}, \text{ ahol}$$

G = a jármű súlya (kg)
V_k = közepes sebesség forduláskor (km/h)
F = gördülési ellenállás-tényező (0,03–0,05)
L = a lánctalp felfekvési hossza a talajon (m)
R = közepes fordulási sugár (m)
η_m = a hajtómű mechanikai hatásfoka (0,7–0,8)

A fordulási teljesítmény számítható lánctalperőkből is.

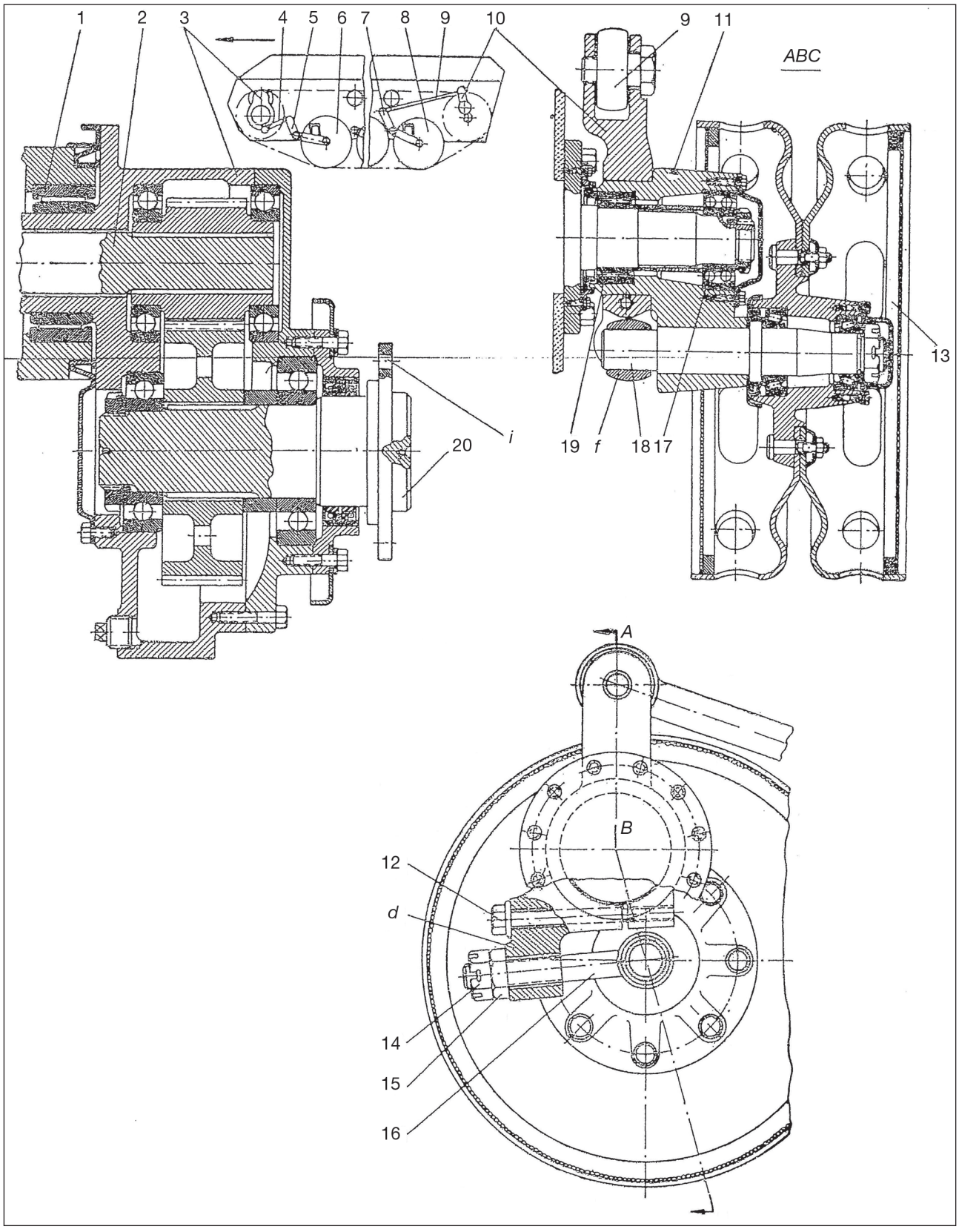
Belső láncon: $Z_b = G \cdot \frac{(f - \eta \cdot L)}{\frac{2B}{2}}$ (kp), ahol

η = fordulási ellenállás tényező (0,4–0,8).

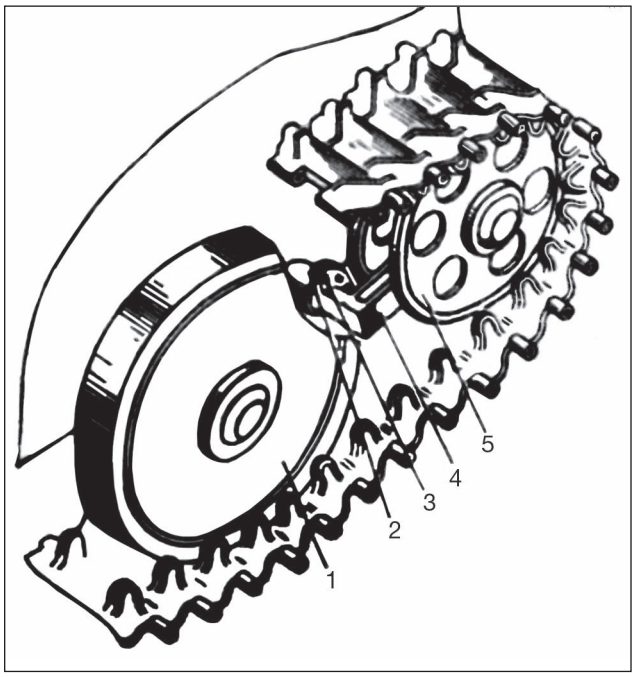
Külső láncon: $Z_k = G \cdot \frac{(f + \eta \cdot L)}{\frac{2B}{2}}$ (kp), ahol

B = nyomtáv,

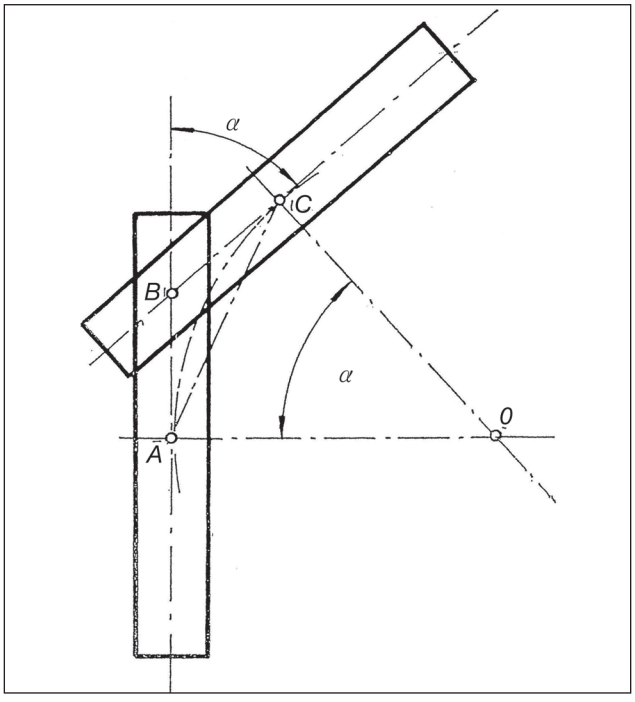
$\frac{L}{B}$ = kormányzási viszony. Ez traktoroknál 0,8–1,2, különleges járműveknél, a nagy tömeg és korlátozott járműszélesség miatt, 1,2–1,8 értékek között van.



83. ábra. Kiegyenlítő rendszerű feszítőszerkezet
1 – a kihajtómű tűgörgős csapágya, 2 – a kihajtómű láncmeghajtó tengelye, 3 – a kihajtómű lengőháza, 4, 9 – összekötő rudak, 5, 7 – kiegészítő kar a szélső futógörgők Z tengelyéhez, 6, 8 – első és hátsó futógörgők, 10 – kengyel, 11 – könyökös feszítőkerék tengely, 12 – rögzítőcsavar, 13 – feszítőkerék, 14 – ellenanya, 15 – szabályozó anya, 16 – szabályozó szemes csavar, 17, 19 – tűgörgős csapágy, 18 – feszítőkerék-tengelycsap, 20 – kihajtómű láncfeszítő tengely, *d* – a kengyel nyúlványa, *f* – csapfej, *i* – tárcsa a tengellyel a feszítőkerék rögzítésére



84. ábra. Feszítőkerék tisztító
1– futógörgő, 2– tisztítókar hüvelye, 3 – tisztítókar rögzítése, 4 – tisztítókar, 5 – feszítőkerék



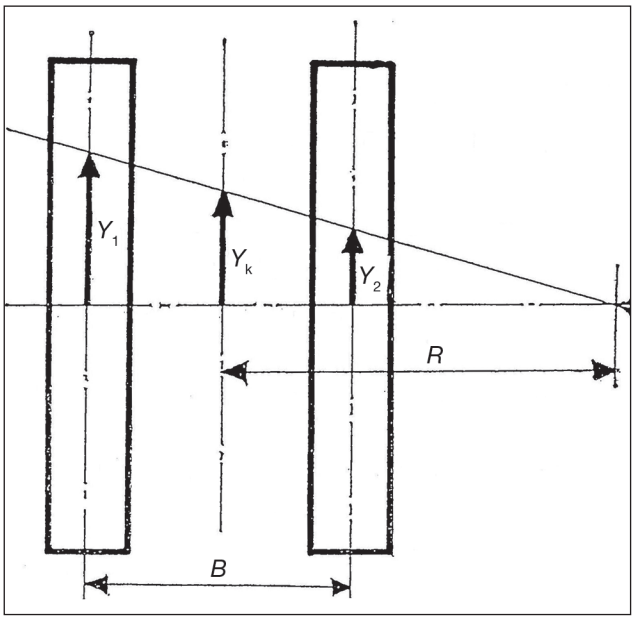
85. ábra. A lánctalp fordulása

A lánctalperő a kormányzási viszonnyal arányosan nő. A belső lánc negatív ellenállása arra mutat, hogy forduláskor hajtóerő jelentkezik rajta. Sarkon forduláskor ezért megállítják a láncot.

Tökéletes sarkon forduláskor $R = \frac{B}{2}$, a motor csak az ideális fordulási teljesítményt adja le.

Fordulási módok:

sarkon fordulás → külső lánctalp forog, belső lánctalp áll.



86. ábra. A lánctalpak sebességviszonyai fordulóban

Elméletileg $R = \frac{B}{2}$, azonban a valóságban a fordulási sugár a csúszás miatt ennél nagyobb.

ívmenet → a külső lánctalp gyorsabban, a belső lánctalp lassabban forog a fordulási ívnek megfelelően.

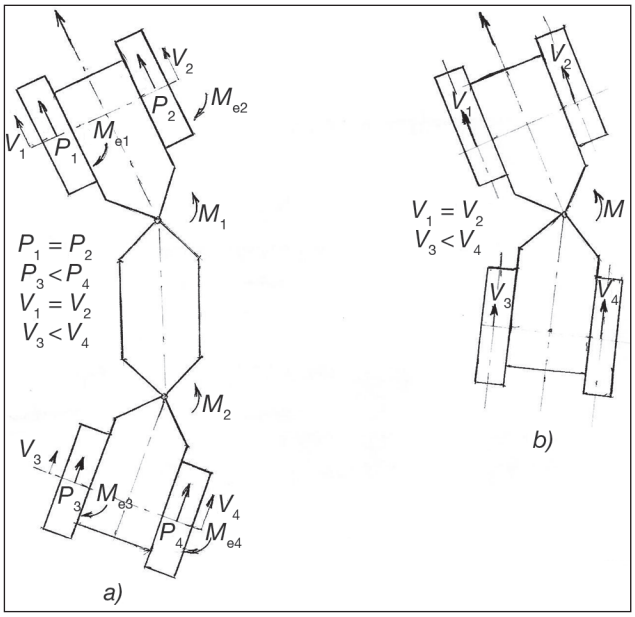
A helyben vagy sarkon fordulás egyik változata, megoldása az, ahol a lánctalpak forgásiránya változtatható. Ebben az esetben az egyik lánctalp előre, míg a másik hátrafelé forog, biztosítva ezzel a kis helyen, gyakorlatilag a jármű középpontja körüli fordulást. Ezt a megoldást az erőátviteli rendszer, a kormányművek szerkezeti kialakítása teszi lehetővé. Alkalmazását tekintve az önjáró lövegeknél (2SZ1 Gvozgyika, 2SZ3 Akácija, vagy az MTLB járműcsalád) találkozhatunk ezzel a megoldással, így biztosítva a tüzelőállásokban történő mozgás, helyesbítés lehetőségét.

A forduláskor különböző talajerők lépnek fel, amelyek a lánctalp oldalirányú csúszásából következnek. A fordulásnál fellépő erőket, azok bonyolultsága miatt egyszerűsítő feltételek meghatározásával számolják (vízszintes sík, egyenletes szögsebesség, a lánctalp felfekvő hosszán a rá ható ellenállás és a súlyeloszlás egyenletes). A számításoknál a valós erő meghatározásának nagyságát jelentősen befolyásolják a talajviszonyok.

A *85.* és *86. ábra* a fordulás alapesetét ábrázolja. A fordulást azonban nagyban befolyásolja, hogy az milyen talajviszonyok között, lejtőn vagy emelkedőn, oldaldőlés esetén azon felfelé vagy lefelé jön létre. A fordulást mindezek figyelembevételével jelentősen meghatározza a jármű tömege, annak erőviszonyai, továbbá, hogy a jármű milyen kormányszerkezettel rendelkezik.

A lánctalpas járművek fordulásának külön területe az összekapcsolt szerelvények mozgásának elmélete, vizsgálata. Ilyen eszközök találhatók a hadi felhasználásban is, ahol két különálló, de összekapcsolt berendezést alkalmaznak pl. parancsnoki vezetési pontként, híradó állomásként, szállító pótkocsiként. A két összekapcsolt berendezés lánctalpai hajtottak, de lehet olyan megoldás is ahol csak a vontató jármű lánctalpa hajtott. Ez az utóbbi megoldás alkalmazása kevésbé fordul el, és nem is szerencsés megoldás. Az összekapcsolt berendezéseknél alapvetően két megoldással találkozhatunk. Az egyik, amikor a vontató

és a vontatmány között egy közbeiktatott elem van, a másik megoldásnál nincs közbeiktatott elem, így a két felépítményt egy speciális csuklós elem köti össze. A fordulások vizsgálata ún. megközelítő eljárással, állandó mozgási sebesség mellett történik. A vizsgálat bonyolult, és a fordulásokat a két eszköznél – a mozgás és a kapcsolódás összetettségét figyelembe véve – nehéz elemezni. A lánctalpas vontató és vontatmánya közötti kölcsönhatás, együttműködés különleges kapcsolószerkezetek kialakítását igényli, ahol figyelembe kell venni a mozgás közben ébredő erővisszahatásokat és ellenhatásokat. Forduláskor meghatározók a lánctalpak különböző sebességviszonyai, az ott ébredő erők és nyomatékok hatása, amely az egyensúlyi helyzet fenntartása érdekében a csuklósan összekötött két elem között fontos. Mozgás közben az összekötő csuklós elem, kiegyenlítő rendszerként működik. Természetesen a manőverezési lehetőség, a mozgási sebesség megállapítása vizsgálat tárgyát képezi.



87. ábra. Csuklósan összekapcsolt lánctalpas eszközök
a – összekapcsolás közbeiktatott elemmel, *b* – összekapcsolás közbeiktatott elem nélkül

E cikk a fordulás kinematikáját és a fordítónyomaték teljes körű ismertetését nem tárgyalja, csupán ezek főbb ismérveit mutatja be.

A tanulmányban ismertetett történeti áttekintés és a bemutatott lánctalpas futóművek, azok fejlődése, a korszerű követelményeknek való megfeleltetése nem kis feladat elé állította és állítja a tervezőket. Az egyes rendszerek összehasonlításával képet kívántam adni azok megfelelőségéről, hiányosságaikról, a fejlődés várható tendenciáiról, felhasználva a különböző szakmai irodalomban megjelent elgondolásokat, nézeteket. A gyártók törekvései arra irányulnak, hogy a futóművek megfeleljenek az alkalmazási követelményeknek, a gyorsjáratú mozgásnak, ebből adódóan a kezelőszemélyzet részére az ergonómiai feltételek tökéletesítésének. A futómű korszerűsítése sem jelent függetlenséget a harckocsi egészétől, mert pl. egy új lánctípus bevezetése a toronytető jelentős rezgését váltotta ki, és a menet közbeni irányzáskor, az irányzóvonal beremegését idézte elő. A terepen és a kiépített utakon történő tartós mozgási sebesség a futómű egyes részeinél – futógörgők abroncsozása, a lánctalp és lengéscsillapítók kialakítása, tartósságának növelése – tette szükségessé a módosításokat. Az eszközökkel szemben megnövekedett követelmények teljesítését jobb anyagok, olcsóbb technológiai eljárások, egyszerűbb, megbízható konstrukciók alkalmazásával lehet elérni. A létrehozott új alkotások mindig egy előző alaptípusra épültek és épülnek a jövőben is. A fejlődés továbbra is töretlen, ezért az alkalmazott technikai megoldások és anyagok folyamatosan változnak.

A tanulmány jelen formájában talán hiánypótló írásnak is tekinthető, hiszen ebben a formában a lánctalpas futóművek nem kerültek ismertetésre. Természetesen a tanulmány nem tartalmaz minden létező típust, hiszen ez egy lényegesen nagyobb terjedelmű feldolgozást jelentene, de bemutatja, ismerteti a főbb, jellemzően alkalmazott szerkezeti megoldásokat.

Felhasznált irodalom

Bársony Attila. „T28/T95 nehéz páncélvadász.” Letöltve: 2019.09.24. https://www.masodikvh.hu/haditechnika/kiserleti-fegyverek/amerikai-kiserleti-fegyverek/1126-t28t95-szupernehez-harckocsi;

Bovingtoni Harckocsi Múzeum képei;

Ford, Roger. *A világ híres harckocsijai 1916-tól napjaikig*. Debrecen: Hajja és Fiai Könyvkiadó, 2003;

Forty, George. *Tankok világenciklopédiája*. Budapest: Athenaeum 2000 Kiadó, 2006;

Hogg, Ian V. *Guinness fegyverenciklopédia.* Budapest: Zrínyi Kiadó, 1992.;

A harckocsi fejlesztés 30 éve 1950-1980 I–II. A magyar Néphadsereg Páncélos- és Gépjármű-technikai Szolgálat Főnökség Kiadványa, 1983.;

Конструкция и расчет танков. Москва: Издание Академии 1973.;

Kovácsházy Miklós. „A lánctalp, mint a harckocsi egyik legfontosabb alkotója.“ *Hadmérnök* 4. évf., 2. szám (2009. június);

Kovácsházy Miklós. „A lánctalpas járószerkezet kialakítása.” *Hadmérnök* 4. évf., 3. szám (2009. szeptember);

Полная энциклопдия танков мира 1915-2000 г.г. 1998

Polinszky Károly (szerk.). Műszaki lexikon 2. kötet. Budapest: Akadémiai Kiadó, 1972.;

Harckocsik és harckocsicsapatok. Budapest: Zrínyi Katonai Kiadó, 1982.;

Rotmisztrov, P. A.. *Az idő és a harckocsik*. Budapest: Zrínyi Katonai Kiadó 1975.;

Restayn, Jean. *Tiger I,* Histoire and Collections, 2007.;

Scheibert, Horst. *Waffen.Arsenal Königstiger*. Podzun-Pallas-Verlag. 1991.

Теория и конструкция танков Министерства Обороны Москва: 1975;

Varga A. József (szerk.). *A magyar harc-és gépjárműfejlesztések története*. Budapest: K. n., é. n.;

Varga Vilmos. „Lánctalpas traktorok járó- és kormányszerkezete“ *Agrofórum* 19. évf. 6. szám (2008).

(Illusztrációk a szerző gyűjteményéből.)