

HADITECHNIKA

2026/3.

A MÚLT, A JELEN ÉS A JÖVŐ FEGYVEREI | LX. ÉVFOLYAM • ÁR: 990 Ft



LEGUAN 2HU HÍDVEŰŐ HARCJÁRMŰ



AZ M551 SHERIDAN
ÉS A LÉGIDESZANT-
HARCJÁRMŰ
AMERIKAI
KONCEPCIÓJA

POSZTER-
MELLÉKLETTEL





Sam Faddis visszaemlékezése erőteljes és kritikus hangvételű beszámoló, amely részletes és személyes képet ad a CIA kurdisztáni tevékenységéről. Faddis kendőzetlenül beszél az Egyesült Államok iraki szerepvállalásának dilemmáiról, érzékelte a stratégiai és politikai szempontok összetettségét, valamint az amerikai intézményi és politikai érdekelletetek hatását a műveletekre. Bár a részletek időnként ködbe vesznek – hiszen a csapat akkori tevékenységének jelentős része máig titkos –, a könyv így is lebilincselő, eddig nem ismert részletekkel tárja fel a misszió kulisszatitkait.

A Zrínyi Kiadó újdonságai



A NATO története nem csupán intézménytörténet: a nagyhatalmi versengés, a stratégiai víziók és a túlélésért folytatott küzdelem krónikája. A kötet ismerteti, **hogyan lett a Szövetségből egy olyan politikai-katonai szervezet, amely folyamatosan képes újraértelmezni önmagát.** A könyv végigvezeti az olvasót a NATO nyolc stratégiai koncepcióján, levéltári forrásokra, szakértői interjúkra és mélyelemzésekre támaszkodva bemutatja, hogy a NATO nem pusztán reagál a világra – alakítja is azt.



A MAGYAR HONVÉDSÉG MŰSZAKI-TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATA

Az MTA IX. osztály Hadtudományi
Bizottsága által „A” kategóriába sorolt,
lektorált folyóirat,
LX. évfolyam 2026/3. szám

A szerkesztőbizottság elnöke:

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

A szerkesztőbizottság alelnöke:

Bárany Zoltán Gábor dandártábornok
(NATO JFPC parancsnokhelyettes)

Főszerkesztő:

Dr. Végvári Zsolt alezredes (NKE HHK, TÜK, MEE)

A szerkesztőbizottság tagjai:

Dr. Both Előd (Magyar Asztronautikai Társaság)

Dr. habil. Daruka Norbert alezredes (MH TP)

Dr. Ember István alezredes (NKE HHK)

Dr. habil. Gyarmati József ezredes (NKE HHK)

Prof. dr. Haig Zsolt ezredes (NKE HHK KMDI)

Dr. Hajdú Ferenc (MHTT, TÜK)

Prof. dr. Kiss Péter (Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem)

Prof. dr. Kovács László vezérőrnagy (NKE HHK)

Dr. Koller József dandártábornok

Könczöl Ferenc dandártábornok (MH SZD 101. rep. dd.)

Dr. Lippai Péter dandártábornok (NKE HHK dékán)

Magyar Ferenc (ZalaZone)

Dr. Németh András alezredes (NKE HHK)

Prof. dr. Rohács József CSc. (BME)

Solymosi Ferenc dandártábornok (MH THP)

Dr. Trembeczki László András

(HM El Zrt., HM ARMCOM Zrt.)

Lektorai bizottság elnöke:

Dr. Keszthelyi Gyula ny. dandártábornok (MKLE)

Jelen számunk lektorai:

Dr. Barsi Árpád, Dr. Berek Tamás ezr., Dr. Both Előd,

Dr. Csóka Attila alezr., Dr. Daruka Norbert alezr., Horváth Zoltán;

Dr. Kiss Gábor Ferenc, Dr. Király Ernő Péter alezr.,

Dr. Kovács Zoltán Tibor alezr., Laczkó Balázs, Prof. dr. Lukács László,

Óze Zoltán alezr., Prof. dr. Padányi József ny. vörgey,

Dr. Szabó Sándor András ezr., Dr. Szilvássy László ezr.,

Tóth András alezr., Dr. Végvári Zsolt alezr.

Felelős szerkesztő:

Havasi Máté

Szerkesztő:

Drahos Gabriella

Olvasószerkesztő:

Tóth László ny. alezredes

Tördelés és grafikai munkák:

Dallos Tamás, Győri László, Földi Balázs

Műszaki szerkesztés:

Gróf István

Folyóiratszerkesztőség-vezető:

Eisrichné Schubert Andrea

A Zrínyi Kiadó igazgatója:

Dr. Hajdú Ferenc t. ezredes

Nyomdai előkészítés és nyomtatás:

HM Zrínyi Nonprofit Kft.

Felelős vezető:

Kulcsár Gábor ügyvezető

A Haditechnika kéthavonként nyomtatásban

és digitális formában megjelenő folyóirat

A szerkesztőség elérhetőségei:

1024 Budapest, Szilágyi Erzsébet fasor 7-9. Telefon: +36 70 199-8648

haditechnika@hmzrinyi.hu

kiadvany.magyarhonvedseg.hu/index.php/HT

https://www.facebook.com/HTfolyoirat/

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

TANULMÁNYOK

▪ Lukács László

A kőszóró aknáktól az intelligens
szárazföldi aknáig VII. rész

Az intelligens aknák 1.

4

▪ Csurgó Attila – Kállai Ernő – Ember István

Az orosz–ukrán háború erősítési és átkelési
feladatainak eszközszempontú értékelése

I. rész

14

NEMZETKÖZI HADITECHNIKAI SZEMLE

▪ Ocskay István

A termobárikus hatás és az azon alapuló
fegyverek története IV. rész

24

▪ Maráz Vivien

Az ABV-védelmi és tűzszerész erők
együttműködése szegényítettúrán-
lőszerek alkalmazása esetén

29

▪ Kiss Roland

Az A2/AD hadviselés
az orosz–ukrán háborúban

Tengeri műveleti tér I.

33

ŰRTECHNIKA

▪ Szalai Sándor – Sódor Bálint – Tróznai Gábor

A Vénusz kutatása űrszondával magyar
kutatók részvételével

39

▪ Vasáros Gábor László

A civil műholdas távérzékelés lehetőségei
Védelmi és rendészeti vonatkozások

az orosz–ukrán háború példáján

46

HAZAI TÜKÖR

▪ Mészáros Zalán – Vámos Zoltán –

Berek Tamás

Versenyfutás az életért

A gázálarcok és védőruhák rövid története

I. rész

51

HADITECHNIKA-TÖRTÉNET

▪ Bánsági Andor

Az HMS Phoenix romboló elsüllyesztése

60

MAKETT

▪ Havasi Máté

Páncélos a levegőből

Az M551 Sheridan és a légideszant-harcjármű

amerikai koncepciója

64

KÖNYVAJÁNLÓ

▪ Rusz József

Ocskay István –

Pánczél Mátyás –

Rejtő István:

A T-72 harckocsi a magyar

haderőben 1978–2025

I. A kezdetek

77

4



64

A KŐSZÓRÓ AKNÁKTÓL AZ INTELLIGENS SZÁRAZFÖLDI AKNÁKIG

VII. RÉSZ

AZ INTELLIGENS AKNÁK 1.

A szárazföldi telepítésű aknákról szóló cikksorozat eddig megjelent hat részében az olvasók nyomon követhették ezeknek a ma már műszaki harcanyagok néven szereplő robbanószerkezeteknek a kialakulását, fejlődését. A befejező két rész a címben is szereplő „intelligens” aknákról nyújt rövid összefoglalást.

AZ ÚJ AKNATÍPUSOK LÉTREJÖTTÉNEK OKAI

Az aknák tömeges harctéri alkalmazására a II. világháborúban került először sor. Ennek „eredményéről” Mike Croll az alábbiakat írta könyvében: „A háború utáni kormányoknak óriási kihívások sorával kellett szembenézniük, úgymint az újjáépítés, a gazdasági és társadalmi felfordulás és a menekültmozgás kezelése, a katonaiállomány tömeges leszerelése és az élelmiszer-ellátás. Az élelmiszerhiány egyik oka a több mint 100 millió, a harcok során letelepített akna volt, mely a mezőgazdaságilag művelhető földterületek jelentős részén úgy Európa-szerte, mint Észak-Afrikában már több éve lapult a talajba temetve. A helyzetet súlyosbította, hogy a letelepítésük óta eltelt idő alatt a robbanótesteket benőtte a növényzet, az aknamezők jelentős része jelöletlen volt, és a harc hevében az – egyébként nemzetközileg is előírt – nyilvántartásuk sem készült el. A háború utáni kaotikus időszakban tehát a fent

jelölt feladatokkal egy időben kellett a területek aknamentesítését is elvégezni. 1948-ra aztán az aknák több mint 95 százalékát sikerült felderíteni és megsemmisíteni.” [1; 115.] A tiszteletre méltó teljesítményért azonban hatalmas árat kellett fizetni. Croll szerint minden 2000 akna hatástalanítása egy mentesítő életébe vagy súlyos sérülésébe került. Ezen felül Európában a háború utáni közvetlen időszakban az aknarobbanások polgári áldozatainak száma meghaladhatta az évi 60 000-et is! [1; 130.]

Az aknák II. világháborús harctéri hatékonyságáról a 4. részben számoltunk be. [2] Ennek folyományaként a háború befejezését követően tömeges aknafejlesztésbe kezdtek a világ számos hadseregében, ahogy erről az 5. részben írtunk. [3] Az aknákat pedig mint olcsó, de hatékony védelmi fegyvereket egyre kevésbé ellenőrzött körülmények között alkalmazták a Föld számos konfliktusövezetében, hogy aztán ez az ártatlan lakosság körében is tragédiák sorához vezessen. Egy 1998-as tanulmányban az alábbi adatokról

* Professor emeritus, a hadtudomány kandidátusa, ny. tanszékvezető egyetemi tanár. ORCID: 0000-0001-8569-5013

1. ÁBRA. A Volcano rendszer szárazföldi változata (Fotó: Greg Stevens / dvids)





2. ÁBRA. UH-60 Black Hawk helikopterre szerelt M-139 Volcano aknatelepítő rendszer. A fotó az amerikai 2. csapatrepülő-dandár 2012-es dél-koreai hadgyakorlatán készült (Fotó: U.S. Army)

olvashattunk: „A II. világháború befejezése óta egyes vélemények szerint az egymilliót is eléri az aknák robbanása következtében elpusztult emberek száma. Még ma is havonta több mint hatszázan sérülnek meg, vagy halnak meg aknák miatt. Az ENSZ szakértőinek becslése szerint több mint százmillió (egyes anyagokban 161 millióról is beszélnek) akna lapul a föld felszínén vagy az alatt, áldozatára várva. Ezek mintegy 75%-a gyalogság elleni akna, melyekből 300–500-féle van forgalomban világszerte (az eltérés az aknák csoportosítási elveinek különbözőségéből adódik). A fejlett technológia eme vívmányaitól döresség lenne azt várni, hogy idővel majd úgyis »megeszi őket az idő«. A műanyag testű, hermetikusan zárt szerkezetek, ha nem is örökéletűek, de ahogy Rae McGrath, a Mines Advisory Group (MAG – Akna Tanácsadó Csoport) angol humanitárius szervezet alapító igazgatója mondja, »még évtizedekkel a háborúk befejezése után is gyilkolnak«. Pusztításuk mértékét pedig talán Kenneth Anderson, egy New York-i emberi jogi csoport vezetője jellemezte a legjobban: az aknák lassan ható tömegpusztító fegyverek.” [4; 5.]

A világ államai a kialakult helyzet orvoslására nemzetközi szerződésekben próbálták szabályozni az aknák alkalmazását. Ebből az első az 1980-as, „A mértéktelen sérülést okozónak vagy megkülönböztetés nélkül hatónak tekintendő egyes hagyományos fegyverek alkalmazásának betiltásáról, illetőleg korlátozásáról” szóló genfi egyezmény (CCW)¹ volt, melynek akkor még nem volt döntő változásokat kikényszerítő hatása sem az aknafejlesztés, sem pedig az aknák harctéri alkalmazása terén. 1990 után a CCW egyez-

mény két felülvizsgálati konferenciáján (1995–1996 és 2001) viszont már olyan határozatok születtek, melyek alapjaiban írták át az aknaharc szabályait. A folyamat betetőzéseként 1997 decemberében az ottawai egyezményt aláíró államok elfogadták az automata működésű, hagyományos gyalogság elleni aknák használatának, felhalmozásának, gyártásának és átadásának tilalmát kinyilvánító és a birtokolt aknakészletek megsemmisítését előíró szerződést. Az aknák alkalmazását szabályozó nemzetközi egyezmények jelentős hatással voltak ezeknek a harcanyagoknak a további fejlesztésére. Olyan új műszaki harcanyagokra volt szükség, melyek nem tartoznak közvetlenül az egyezmények hatálya alá, és ehhez a korábbi, egyszerű működés helyett már az ipar nyújtotta legkorszerűbb megoldásokra volt szükség.²

A nemzetközi korlátozások azonban nem csupán az aknák alkalmazásának mennyiségi csökkentését ösztönözték, hanem jelentős technológiai innovációs hullámot is elindítottak. A fejlesztők olyan rendszerek létrehozására törekedtek, amelyek képesek voltak megfelelni a hadművelti követelményeknek, ugyanakkor csökkentették a hosszú távú harctéri veszélyeket. Ennek eredményeként jelentek meg az önmegsemmisítő vagy önsemllegesítő mechanizmusokkal ellátott aknák, valamint azok a többbázisú működési elven alapuló eszközök, amelyek a célpont felismerését és az indítás időzítését elektronikus vezérléssel hajtják végre. Az ilyen rendszerek fejlesztése egyúttal jól tükrözi a haditechnika fejlődésének egyik általános tendenciáját, a hagyományos mechanikus gyújtószerkezetek

¹ Convention on Certain Conventional Weapons.

² A jelölt egyezményekről és azok hatásáról bővebben lásd [5][6].



3 ÁBRA. Az amerikai szárazföldi haderő 1. gyaloghadosztályának 1. páncélozott dandárharccsoportjába tartozó 1. műszaki zászlóalj bemutatót tart a lengyel hadsereg katonáinak az M-139 Volcano aknatelepítő rendszer használatáról (Karliki támaszpont, 2019. jún. 27.) (Fotó: Kris Wright)

fokozatos kiváltását mikroelektronikai és szenzortechnológiai megoldásokkal. Ez a folyamat nemcsak a működés megbízhatóságát növelte, hanem lehetővé tette a harctéri alkalmazás rugalmasabb szabályozását is.

MEGJELENNEK A TÁVAKNÁSÍTÓ RENDSZEREK

Az 1970-es években forradalmi változások történtek – elsősorban a nyugati haderőknél – az aknatelepítés terén. Ez hosszú időn keresztül kézzel történt, de a harcselekmények dinamikájának állandó növekedése kényszerítő erőként hatott a fejlesztőkre: a tömeges aknatelepítés időszükségletének csökkentésére új módszereket, eszközöket kellett alkotniuk. Ennek eredményeként jelentek meg először a műszaki aknatelepítő gépek (lásd pl. a Czapke Béla által is említett, a cikksorozat 5. részében bemutatott szovjet PMR-3), majd a még nagyobb hatékonyságú műszaki aknaszóró/aknatelepítő rendszerek.³

A műszaki aknatelepítő rendszereket elsősorban közvetlenül a saját csapatok állásai előtt létrehozandó szórt aknamezők létesítésére tervezték. További feladataik lehetnek a szárnyak és az előre telepített aknamezők közötti hézagok vagy az aknamezőkön hagyott átjárók gyors lezárása. Szükség esetén alkalmasak voltak az előkészített aknamezők mélységének vagy az aknasűrűségének növelésére is.

Az aknatelepítésre az újabb harcászati elképzelések szerint viszont már nem csak a haderő által birtokolt területen kerülhetett sor, az aknaharcot ugyanis már jóval korábban, a támadó ellenség területén meg kellett kezdeni. Erre a célra fejlesztették ki a tűzérési és a légi aknatelepítő rendszereket.

A tűzérési aknatelepítő rendszerek a hadművelet (harc) során voltak képesek rövid időn belül aknamezőket tele-

píteni és rejtve fokozni azok sűrűségét az újonnan feltűnt ellenség tevékenységének irányában, akár az állásaiktól több tíz kilométer távolságban. Az aknásítás objektumai a támadók megindulási körletei, szétbontakozási és rohamterepszakaszai, a vezetési pontok, az útcsomópontok, az átkelőhelyek és a légideszantok be- és kirakási körletei stb. lehettek. Széles körű, tömeges felhasználásukat akadályozta a speciális löszerek – már a megjelenésük idején, az 1970-es években is – magas ára (40–60 ezer dollár/löszér), ami a kilövéskor fellépő hatalmas erők elleni védelem létrehozása miatt jelentett nagy költséget. Ilyen szélsőséges mechanikai igénybevételnél pl. a nélkülözhetetlen elektronikai egységek hagyományos forrasztásai „elengedtek”, ezért különleges és drága csatlakozókat kellett alkalmazni.

A légi aknatelepítő rendszerek már az ellenség teljes hadművelleti mélységében voltak képesek aknazárakat telepíteni a mozgó célok megbénítására. Az aknásítás várható objektumai között szerepeltek a csapatok összpontosítási és megindulási körletei, az előrevonási útvonalak, a tábori és légvédelmi tűzérési eszközök tüzelőállásai, a vezetési pontok, a repülőterek, valamint a hadtáp és más háttérbeli objektumok. Előnyük a nagy pontosság és a jelentős (több száz km-es) hatótávolság. Az aknamezőket könnyen lehetett telepíteni a szükséges mélységben, igényelt sűrűségben és bármilyen geometriai formában.

A légi aknatelepítő rendszerek fejlesztésének új irányát jelentette az olyan irányítható aknakonténerek kidolgozása, melyeket a tervezett aknatelepítés körzetétől nagy távolságra (több tíz km-re) lehetett a repülőgépről indítani (kidobni) és a célterület fölé vezérelni. Ezáltal egy viszonylag olcsóbb eszköz segítségével kivonhatták a (lényegesen drágább) repülőgépet a légvédelmi tűzeszközök közvetlen hatása alól (ami egyébként a légi aknatelepítő rendszerek legnagyobb problémája volt). Ilyen eszköz volt például az AGM-130, melyet az amerikai GBU-15 moduláris siklóbomba meghajtott változatoként készítettek el.

„1975-től állították rendszerbe az USA-ban a FASCAM⁴ távaknásítási rendszert, mely tulajdonképpen egy több elemből álló aknacsalád. Ez a távaknásító rendszer már a földi-légi hadművelet-konceptió fegyverrendszerének részét képezte. Az aknákkal képesek voltak folyamatosan akadályozni az ellenség előrevonását, valamint pusztítani a technikai eszközöket és az élőerőt már a peremvonal-tól nagy távolságban a felvonulási utakon, majd közeledve a védelmi vonalig folyamatosan további csapásokat mérhettek rá a rendszer alábbi elemeivel (a megadott távolságok a peremvonalhoz viszonyítottak):

³ Lásd [3].

⁴ Family of Scatterable Mines: szórással telepíthető aknacsalád.

- »GATOR«⁵ légi aknatelepítő rendszer: 25–250 km távolságig;
- légi »VOLCANO«⁶ helikopteres távaknásító rendszer: az előrevonási utakon, a tereptől és az ellenséges légvédelemtől függően 10–50 km;
- »ADAM«⁷ és »RAAM«⁸ tüzérségi távaknásító rendszerek: 18–24 km;
- földi »VOLCANO«, »GEMSS«⁹ aknaszóró berendezések a peremvonal előtt (harckocsi elleni aknák a peremvonalban lévő közvetlen irányzású páncéltörő tüzesszökök $\frac{1}{2}$ – 1 hatásos tűz-, vagy irányíthatósági távolságán belül, gyalogság elleni aknák a lövészfegyverek hatásos lőtávolságán belül);
- »MOPMS«¹⁰ aknaszóró konténerek a lövészárokból távirányítva, közvetlenül a rohamozó gyalogságra »lőve« az aknákat.¹¹ [7. 35–36.]

A távaknásítási rendszerek megjelenése alapvetően módosította a műszaki záruk alkalmazásának harcászati koncepcióját. Míg a hagyományos aknamezők elsősorban statikus védelemben, előre tervezett védelmi vonalak megerősítésére szolgáltak, addig a szórással telepített aknák lehetővé tették a dinamikus akadályrendszerek létrehozását.

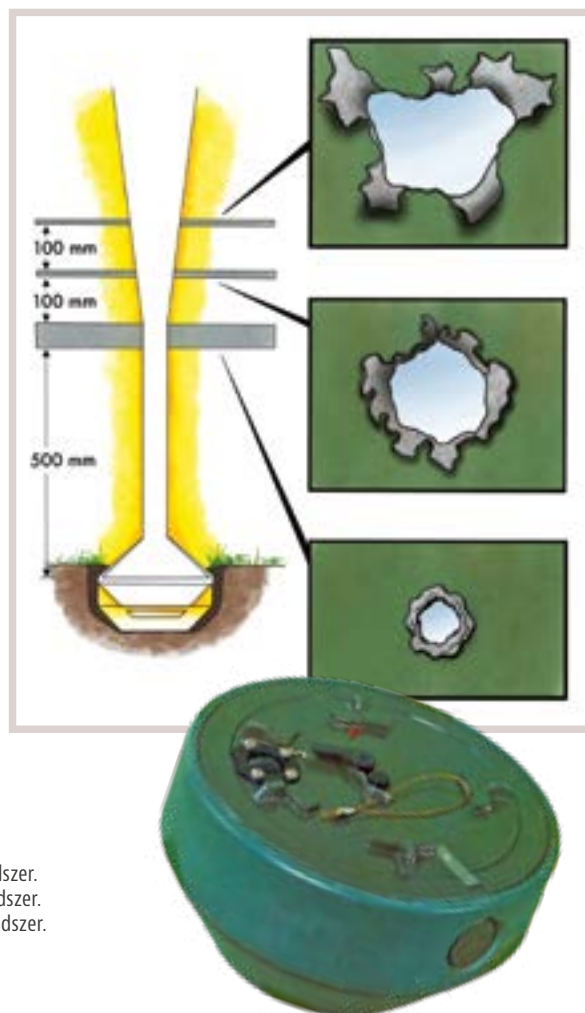
Ennek következtében az aknamezők már nem kizárólag védelmi jellegű műszaki zárként jelentek meg, hanem a manőverharc eszközeivé váltak. A távaknásító rendszerek alkalmazásával rövid idő alatt létrehozhatók voltak olyan ideiglenes akadályzónák, amelyek képesek voltak lassítani az ellenséges páncélos erők előrenyomulását, csatornázni azok mozgását vagy akár megakadályozni a hadműveleti tartályok időbeni bevetését. Ezek a képességek különösen a hidegháború utolsó évtizedeiben váltak fontossá, amikor a NATO és a Varsói Szerződés hadműveleti tervei egyaránt meghatározó szerepet kaptak a gyorsan telepíthető műszaki záruk. Ezt követően a világ számos országában fejlesztettek hasonló távaknásító eszközöket.

A távaknásító rendszerekben alkalmazott aknák azonban már nem működhetek a megszokott módon. A korábbi háborúk tapasztalatai is megmutatták, hogy a nem megfelelően »okmányolt«, vagyis térképi adatok alapján nem hitelesen rögzített aknamezők a saját csapatok számára is veszélyt jelentenek. Ezen kívül az utóbbiak védelmére telepített aknazárak egy ellentámadás során már annak dinamikáját is lassították, hiszen először ezeken kellett biztosítani az alegységek átjutását. A modern harcban a korábban megszokott időrend, mely szerint a támadás előtt két nappal a saját, a támadás előtt pedig az ellenséges aknamezőkön kell éjszaka átjárót nyitni, tarthatatlanná vált. A szórással létrehozott aknazáraknál ráadásul (legyen az légi vagy tüzérségi rendszerű) valójában nincsenek pontosan meghatározható határai az aknamezőnek. Egyetlen megoldás kínálkozott: az új aknáknak az alkal-

mazásuk előtt beállított idő leteltét követően meg kellett semmisíteniük magukat (felrobbannak) vagy önsemlégitő berendezéssel hatástalanná kellett válniuk (kikapcsolt a működtető mechanizmus). Ez az idő általában 3, 6, 12, 24 óra volt, de lehetett akár két vagy több nap is. Ennek hiányában olyan tragikus események is bekövetkezhetnek, mint például a szovjet–afgán háborúban történtek, amikor a helikopteres aknatelepítéssel kiszórt, ilyen időzítő berendezéssel nem rendelkező PFM gyalogság elleni aknamezőre¹¹ az információáramlás hibája miatt néhány órával később egy saját légideszant alegységet »tettek ki«, több mint 30 katoná halálát vagy súlyos sérülését okozva ezzel.

Megszülettek tehát az első »intelligens« aknák. Az »intelligens« jelző ebben az összefüggésben nem valódi autonóm döntéshozatalt jelent, hanem olyan technikai megoldásokat, amelyek a hagyományos aknához képest összetettebb érzékelő- és vezérlőrendszerekkel rendelkeznek. Ezek az eszközök többféle szenzor – például mágneses, akusztikus, infravörös vagy rezgésérzékelő – adatait képesek feldolgozni és a kapott jelek alapján meghatározni a robbanás optimális időpontját.

Az ilyen rendszerek egyik legfontosabb jellemzője a célfelismerési képesség növelése, amely lehetővé teszi, hogy az akna csak a meghatározott típusú célpontokra reagáljon. Ezzel nemcsak a harcászati hatékonyság növelhető, hanem csökkenthető a nem kívánt működés – például kisebb járművek vagy állatok által kiváltott detonáció – kockázata is.



4. ÁBRA. A svéd FFV-028 harcjármű elleni akna és hatása [10; 29. és 31. (23. és 26. számú ábrák)]

⁵ GATOR: aligátor.

⁶ VOLCANO: vulkán.

⁷ Area Denial Artillery Munition: területvédő tüzérségi lőszer.

⁸ Remote Anti-Armor Mine System: nagy hatótávú páncéltörő aknarendszer.

⁹ Ground Emplaced Mine Scattering System: földi telepítésű aknaszóró rendszer.

¹⁰ Modular Pack Mine System: hordozható konténerben elhelyezett aknarendszer.

¹¹ Bővebben lásd [12].

A továbbiakban néhány ilyen korszerű, hagyományos módon telepített és távaknásításra kifejlesztett aknát mutatunk be.

FÖLDI TELEPÍTÉSŰ, KORSZERŰ ELEKTRONIKUS GYÚJTÓVAL ELLÁTOTT HARCJÁRMŰ ELLENI AKNÁK

A Haditechnika folyóirat 1997/1. számában, *A Dynamit Nobel Graz új műszaki harcanyagai* című cikkben teljes részletességgel olvashattak az érdeklődők egy korszerű, sok tekintetben egyedülálló konstrukciójú harcjármű elleni aknáról, amelyet az osztrák hadseregben PzMi 88 néven rendszeresítettek.¹² A harckocsiakra az intelligens aknák generációjához tartozott, a hatástalanításukra alkalmazott, harcjárművekre szerelt görgős aknataposó hengerek sem működtek el az akna gyújtószerkezetét. A szintén rendszeresített 90.M aknatelepítő utánfutóval föld alá és a föld felszínére, míg kézzel csak a föld felszínére volt telepíthető. A hermetikusan zárt, ütésbiztos, zöld műanyagból készült aknatestben lévő kumulatív robbanótöltetet a támadó harcjárművek teljes szélességében működő elektronikus gyújtószerkezet indította. A 6 kg tömegű akna 1,8 kg hexogén töltetével 100 mm páncél átütésére volt képes. A gépi telepítést biztosítandó, az akna élesedési ideje a kibiztosítást követően 10 perc, az akna működőképessége pedig 30 nap volt. Ezt követően önsemllegesítés következett be, melyet a talaj felszíne fölé emelkedő jelzőrúd tett egyértelművé.

Az aknát működtető szenzorok és feladatuk:

- geofon (hang- és rezgésérzékelő): riasztja az elektronikai rendszert a talaj rezgésének észlelésekor;
- főszenzor, egy mágneses érzékelő: felismeri a járműveket és sebességüket;
- nyomásérzékelő: érzékeli a közvetlen járműterhet;
- felszedés elleni biztosító egység: érzékeli az akna helyzetváltozását (15°) és elmozdulását; megakadályozza az akna illetéktelen felszedését és indítja a gyújtást.

A szenzorok által adott jeleket az elektronikus egység értékelte. Ha a jelszint meghaladta a küszöbértéket, a mikroprocesszor kiszámította a gyújtás időpontját (kb. a járműtest közepe) és indította a gyújtást. Alacsony jelszint esetén 15 másodperc elteltével az érzékelőket – a geofon kivételével – a processzor újból készenléti állapotba kapcsolta.

Az akna különlegességét a hozzá kifejlesztett DEAK 2000¹³ aknakutató műszer jelentette, mely a letelepített PzMi 88 harckocsiakna felkutatására és elektronikus egysége gyújtóáramkörének ideiglenes blokkolására szolgált, így az akna veszélytelenül bizto-

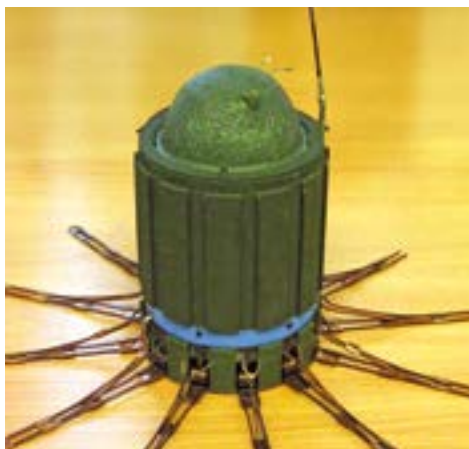
sítható és felszedhető volt. A műszer az élesített harckocsiaknát kb. 1,5 m távolságról ismerte fel és jelezte. Ki- és bekapcsolását az élesített harckocsiaknától mért 10 m-nél nagyobb távolságra kellett végrehajtani. [8]

Sajnálatos módon az akna – amelyet a Bundeswehrnek is felajánlottak – egy éles telepítési próba során felrobbant, így a német rendszeresítésre nem került sor. Megrendelés hiányában aztán maga az üzem is csődbe ment a leányvállalatával (Dynamit Nobel Wien) együtt, és a 156 dolgozóját elbocsájtva 2002-ben bezárt. A vállalatot az amerikai Austin Powder ipari robbanóanyag-gyártó cég vásárolta fel 2003-ban. A haditechnikai gyártóberendezéseket külföldön eladták. [9; 23.]¹⁴

A következő, a nyugati haderőkben a mai napig az egyik legelterjedtebb aknatípus a svéd Bofors cég által gyártott FFV-028. Az aknát bemutatták a hazai C+D '95 kiállításon,¹⁵ most az erről írt cikkből idézünk.

„Az FFV-028 harckocsi elleni akna átmérője 250 mm, magassága 120 mm, teljes tömege 8,0 kg, melyből a kumulatív töltet (hexogén-trotil keverék) tömege 4,0 kg. Az akna élesítési ideje max. 60 perc, a külső hőmérséklet függvényében (gyárilag beállított érték). Az élesített akna működési élettartama max. 180 nap (szintén gyárilag szabályozva). Az FFV-028 SD változat önmegsemmisítő berendezéssel (self destruct) és felszedés elleni biztosítással rendelkezik, az FFV-028 RU változatnál továbbá a kikapcsolt akna az alaphelyzetbe visszaállítható (reusable). Az aknatest műanyagból készült. Az akna érintkezés nélküli gyújtója a mágneses térerő változására működik, egy érzékelő- és egy robbantóegységből, a biztosítószerkezetből, valamint az elektromos áramforrásból áll. Az érzékelő- és robbantóegység, valamint a biztosítószerkezet egyik fokozata elektronikus, integrált áramkörökből áll, a biztosítószerkezet másik fokozata mechanikus (óráműves). A cél közeledésekor az érzékelőegység által felfogott jeleket egy blokk a betáplált programmal automatikusan összehasonlítja. Az akna csak akkor működik, ha a harckocsi az akna fölé, illetve a közvetlen közelébe kerül. Ekkor a kivehető töltet kidobja a kumulatív üregben elhelyezkedő gyújtó-

szerkezetet és eltávolítja a fölötté lévő álcázó talajréteget, majd kis késleltetéssel robban a kumulatív töltet. Az akna a harckocsi teljes szélességében működik. Az akna többrétegű páncél átütésére is képes. A 4. ábra azt szemlélteti, mikor az 500 mm-es távolságban lévő, 50 mm vastag páncéllemezen a kumulatív sugár kb. 65 mm átmérőben, az e felett 100 mm-re elhelyezett 10 mm vastag acéllemezen 80 mm átmérőben, míg az ettől még 100 mm-re lévő újabb 10 mm-es acéllemezen 140 mm átmérőben hatolt keresztül.”



5. ÁBRA. Nyugatnémet AT-2 Meduza harcjármű elleni akna [14]

¹² A szakirodalomban ATM-2000-E (Antitank mine-2000-Electronic) néven is találkozunk vele.

¹³ Az ATM-2000-E akna deaktiválását (DEAK) segítő eszköz.

¹⁴ Ennek a későbbiekben említésre kerülő magyar HAK-1M akna szempontjából is végzetes következménye volt, mert a tervek szerint ez az osztrák cég végezte volna el az aknatestek robbanóanyaggal való töltését.

¹⁵ Central European Defence Equipment and Aviation Exhibition: Közép-Európai Védelmi Felszerelés és Repülési Szakkiállítás.

„Az akna telepíthető kézzel vagy az FFV 5821 aknarakó utánfutó segítségével. Az egytengelyes, gumikerekes utánfutó vontatása min. 5 t teherbírású terepjáró tehergépkocsival történik, melyen 400 db harckocsiaknát szállítanak egy feltöltésként. Az aknák telepítése lehetséges a talaj felszínére vagy 15–20 cm mélyen a talaj felszíné alá, barázdába. Az aknák telepítési távolságát 1 m és 9,9 m között lehet beállítani. [...] A telepítést max. 7 km/óra sebességgel lehet végezni, mely kb. 800 akna letelepítését teszi lehetővé egy óra alatt.” [10; 28–31.]

Az aknával kapcsolatban érdekesség, hogy azt Svédországban Stridsvagnsmina 6 néven rendszeresítették 1982-ben. 1985-ben Hollandia SKr200 index alatt vette át, a Bundeswehr pedig 1988 és 1992 között összesen 125 000 darab FFV-028 SN-t¹⁶ szerzett be, amelyeket DM31 néven rendszeresítettek, és amelyeket részben a Dynamit Nobel gyártott Németországban. Egyes források szerint a németek az aknájukat az eredetihez képest bizonyos paramétereiben áttervezték. Az aknához 282 darab Verlegesystem 85 aknatelepitőt (FFV 5821) is vásároltak.

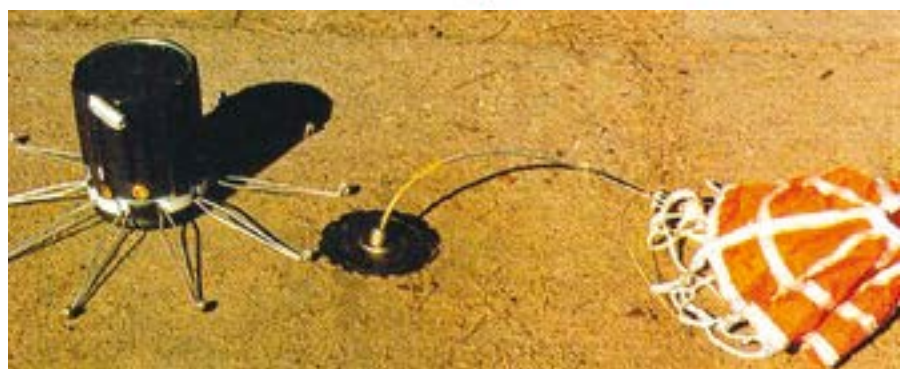
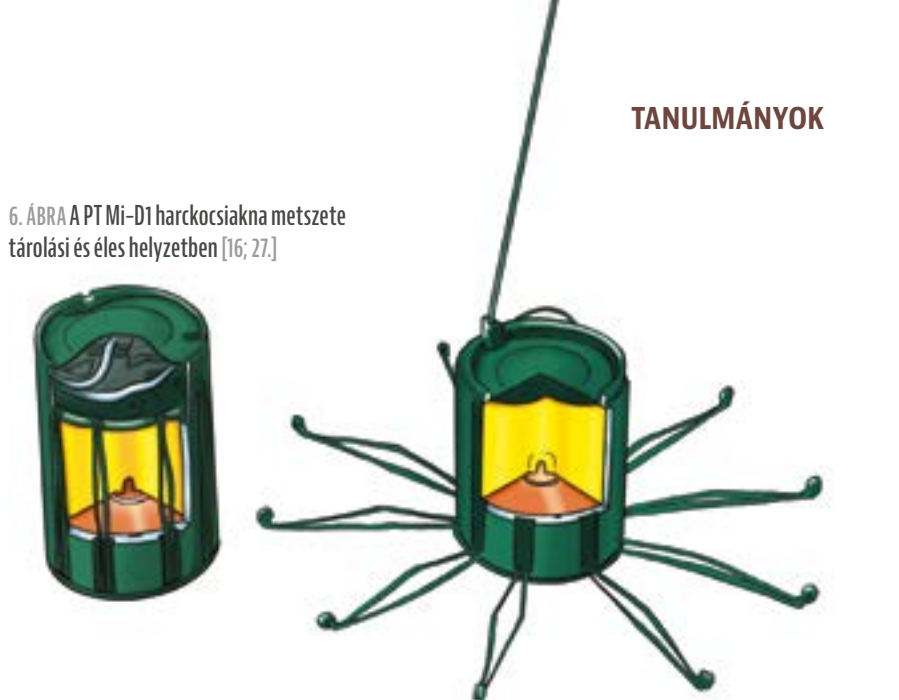
A TÁVTELEPÍTÉSŰ AKNÁK MEGJELENÉSE

Kender Antal és Mikó Lajos 1983-ban megjelent könyvében az alábbiakat írták a távtelepítésű aknák nyugat-európai megjelenéséről: „Nyugatnémet elgondolások szerint – a korszerű katonai követelményekből kiindulva – az ellenség aránylag nagy területen szétbontakoztatott páncélos csapatait 15 km vagy ennél nagyobb távolságból meg kell támadni, szét kell szórni, meg kell semmisíteni.” [13; 100.] Ehhez a Bundeswehr a sorozatvetők fejlesztését tartotta legcélszerűbbnek. 1971-re 201 db 110 mm-es LARS sorozatvetőt gyártattak, melyek 3000–15 000 méter távolságig voltak képesek – többek között – az új, távaknásításra kifejlesztett PANDORA és MEDUZA harckocsiaknákat kijuttatni a harctérre. Ezzel egyidejűleg elkezdték a 2–3-szoros lőtávolságú MARS közepes sorozatvetők fejlesztését is. A két akna közül az AT-2 típusjelű MEDUZA (5. ábra) vált elterjedté annyira, hogy – mint erről az alábbiakban szólnunk – mintájául szolgált később a kelet-európai műszakiharcanyag-fejlesztőknek is.

„Az AT-2 fémtestű akna átmérője 100, magassága 130 mm. Összes tömege 2000 g, ebből a kumulatív robbanótöltet – flegmatizált hexogén – 700 g-ot tesz ki. Kétféle gyújtója érintkezés nélküli mágneses hatásra, valamint elektromos érintkezésre működik. Ez utóbbinál a földet éréskor egy antenyszerű nyúlvány automatikusan kinyúlik, amely a jármű valamely részével érintkezve felrobbantja az aknát. Az aknának – a kis méretű kumulatív hatása szempontjából – legkedvezőbb elhelyezkedését a fékező-erő, valamint a szétnyíló rugós lábak biztosítják.” [13; 121.]

A tartós harctéri veszélyek enyhítése érdekében az AT-2 akna programozható önmegsemmisítő időzítővel rendelkezett. Ennek aktiválása egy elektronikus gyújtószerkezet segítségével történt, amely – a küldetés időtartamához igazodva – hat választható késleltetési opcióval rendelkezett 6 és 96 óra között. A mechanizmus a gyakorlatban történt értékelések során 99%-os megbízhatóságot

6. ÁBRA A PT Mi-D1 harckocsiakna metszete tárolási és éles helyzetben [16; 27.]



mutatott, amelyet az akkumulátor lemerülése egészített ki (mint biztonsági intézkedés) a fel nem robbant lőszer semlegesítésére. Ez a funkció megfelelt a szórásal telepített lőszerre vonatkozó nemzetközi műszaki szabványoknak, és a műveleti időtartam után az aknát hatástalanná téve csökkentette a civil lakosság és a baráti fegyveres erők hosszú távú kockázatait.

A Haditechnika orosz-ukrán háborúval foglalkozó különszámában írtunk arról, hogy a Szovjetunióban hosszú ideig nem foglalkoztak a távaknásítással. [15; 63–64.] Ezzel szemben a Varsói Szerződés megszűnése után a cseh fegyveres erőknél kifejlesztettek egy saját aknaszóró berendezést, mely 500–3000 m között volt képes aknákat kijuttatni a harcmezőre. Két aknatípust fejlesztettek hozzá: egy gyalogság és egy – az AT-2 aknához hasonló – harcjármű ellenit. „Az aknák henger alakúak, korszerű elektronikus gyújtóval, továbbá 3, 12 vagy 48 órás, beállítható önmegsemmisítővel rendelkeznek. A talajra történő érzézésük után automatikusan élesítődnek. [...] A PT Mi-D1 harckocsiakna (6. ábra) 116 mm átmérőjű, tömege 2,75 kg. A kilövést követően ejtőernyővel ereszkedik le a talaj felszínére, ahol a kitámasztó elemei segítségével harchelyzetbe állítja magát és élesedik. Az akna elektronikus, érintkezés nélküli gyújtóval és elmozdítás elleni biztosítással rendelkezik. Töltete 0,76 kg TNT. Az akna hatásosságát bizonyítja, hogy képes 130 mm-es egyrétegű páncél átütésére (900 MPa). 70 mm vastag páncéllemez átütésekor a behatolási átmérő 30 mm volt.” [16; 26–27.]

7. ÁBRA. Lengyel MN-121 harckocsiakna [10; 37. (33. ábra)]

¹⁶ Self-neutralising: az akna önmegsemmisítő változata.

1. TÁBLÁZAT. Korszerű, harcjármű elleni akna főbb műszaki jellemzőinek összehasonlítása

Akna típus	Származási ország	Telepítés módja	Tömeg [kg]	Robbanó-töltet	Gyújtó/szenzor rendszer	Páncélatütés [mm]	Önálló hatástalanítás
PzMi 88	Ausztria	kézi vagy gépi telepítés	6	1,8 kg hexogén	geofon, mágneses szenzor, nyomásérzékelő	kb. 100	önsemlegesítés (30 nap után)
FFV 028 / DM31	Svédország / Németország	kézi vagy aknarakó jármű	8	4 kg kumulatív töltet	mágneses érzékelő	többrétegű páncél ellen hatásos	önmegsemmisítő rendszer
AT-2 (Meduza)	Németország	tűzérési távtelepítés	2	700 g hexogén	mágneses és érintkezési gyújtó	harckocsi haspáncél ellen	programozható (6–96 óra)
PTMi-D1	Csehország	távaknásítás (ejtőernyővel)	2,75	0,76 kg TNT	mágneses érzékelő	kb. 130	önmegsemmisítő rendszer
MN-121	Lengyelország	tűzérési vagy szórásos telepítés	2,8	kumulatív töltet	mágneses indukciós gyújtó	kb. 60	önmegsemmisítő mechanizmus
PTMi-D1M	Csehország	szórással telepített	kb. 2–3	kumulatív töltet	mágneses + infravörös szenzor	kb. 110	programozható (3–48 óra)

Lengyelország sem maradt le ezen a téren. A C+D '95 kiállításon közreadott kiadványukban mutatták be az új, MN-121 elektronikus gyújtójú, szórással telepíthető harckocsi-aknát. (7. ábra) „Az MN-121 akna átmérője 116 mm, tömege 2,8 kg. A közölt adatok szerint a második generációs, mágneses indukció alapján működő akna 60 mm vastag páncél átütésére képesek 50 cm távolságról. Az MN-121 akna tűzérési eszközzel való kilövésével is eljuttatható a célterületre.” [10; 36–37.]

Csehországban a PT Mi-D1 harckocsiaknát fejlesztették tovább 1998-ban. Korszerűsítették az akna elektronikai blokkját és aktiválási rendszerét. „Az eredeti összeköttetést az elektromágneses gyújtókészülékkel, mely egy kis antennával volt megoldva, lecserélték egy vezérlőegységre, amely egy mágnessésgmérő érzékelőből (szenzorból) és egy infravörös vezérlésű hálózati kapcsoló-egységből áll.” A PT Mi-D1M akna (8. ábra) a konténerből való kivetés után fékező-ejtőernyővel ért a talajra. Az élesítést követően az akna három lehetséges módon működhetett:

1. A harckocsi elmegy az akna felett, és annak fenékrésze, amikor a mágnessésgmérő érzékelő (szenzor) és az infravörös érzékelő áramkörei zárnak, jelet küld az akna működésbe hozására (robbantására).

2. A harckocsi lánctalpa pontosan rámegy az aknára, amely azonnal működésbe lép az áramkörtörő kábel (vezeték) alkalmazásával, mely utóbbi az akna külső kerülete mentén helyezkedik el.

3. Abban az esetben, ha az akna nem lép működésbe (nem robban fel) a harckocsi (vagy más harcjármű) behatása következtében, megsemmisíti önmagát az előre beállított időben.

Az akna romboló hatása: képes átütni a 110 mm vastagságú homogén páncélt merőleges behatás esetén 300–500 mm távolságról. A beállítható önmegsemmisítési idő intervallumai: 3, 12, 24 és 48 óra. [17; 96–99.]

Az ismertetett harcjármű elleni akna műszaki jellemzői és működési elvei jól szemléltetik a korszerű műszaki harcanyagok fejlesztésének főbb irányait. A különböző országok által kifejlesztett eszközök számos közös technológiai megoldást alkalmaznak, ugyanakkor egyes paramétereikben és működési elveikben jelentős eltéréseket mutatnak. Az 1. táblázat az eddig bemutatott fontosabb aknatípusok leglényegesebb műszaki jellemzőit foglalja össze.

Az összehasonlításból jól látható, hogy a korszerű harcjármű elleni akna fejlesztésének közös jellemzője a kumulatív harci rész alkalmazása, az elektronikus érzékelőrendszerek megjelenése, valamint az önmegsemmisítő vagy önsemlegesítő mechanizmusok bevezetése. Ezek a megoldások egyrészt növelik az akna harcászati hatékonyságát, másrészt – a nemzetközi korlátozásokkal összhangban – csökkentik a harctér hosszú távú veszélyeztetettségét.

Végezetül – visszatérve a kiinduló aknához – a Dynamit Nobel Defence a 2020-as évek elején jelent meg az AT-2 akna továbbfejlesztett változatával, az AT-2+ aknával (9. ábra), melyet az Eurosatory 2024 kiállításon mutattak be, a Skorpion 2 távirányítású aknaszóró rendszerrel integrálva. A legfontosabb fejlesztés a többérzékelős gyújtórendszer, amely az eredeti AT-2 akna S3 érzékelőantennájára és mágneses érzékelőre épül, nagyobb megbízhatóságot és alkalmazkodóképességet biztosít a modern járművek elleni védekezéshez. A fejlett gyújtási technológia tovább finomítja a célmegkülönböztetést és az aktiválás pontosságát. Az optimalizált alakú kumulatív töltete akár 140 mm-es

8. ÁBRA. Cseh PTHi-D1M szórással telepíthető harcjármű elleni akna [17; 99.]



páncélzatot is képes átütni, valamint finomított önsemllegesítő időzítőkkal rendelkezik, hogy minimalizálja a hosszú távú harctéri veszélyeket és megfeleljen a tartós lőszerekre vonatkozó korlátozásoknak. Őnjáró alapgépekkel (például a Skorpion 2) akár 2000 méter hosszú aknazárak gyors létrehozásához is alkalmazható. Lettország 2025 októberében 50 millió eurós megállapodást kötött a Skorpion 2 rendszerekre a tervezett határzár létesítéséhez. [18]

Az utolsó távaknásító eszköz, amelyet az utóbbi időszakban rendszeresítettek Európában, a lengyel Baobab-K műszaki aknaszóró berendezés. (10. ábra) A fejlesztő programban a BZE BELMA S.A. cég a már 1990 óta fejlesztés alatt álló MN-123 aknával, a Jelcz S.A. a hordozójárművel, míg a Military Institute of Engineering Technology a harcászati-műszaki követelmények kidolgozásával vett részt, ahogy erről egy 2020-as közleményben olvashatunk. [20]

A végeredményről már a Defense News 2023. júliusi száma a következőképpen tudósít: „Lengyelország mintegy 114 millió euró értékű szerződést írt alá 24 darab, hazai gyártású Baobab-K, teherautóra szerelhető aknatelepítő rendszer beszerzésére. A megállapodás értelmében a 24 rendszer szállítása a logisztikai és képzési csomagokkal együtt 2026 és 2028 között várható.” [21]

A 31,7 tonnás Jelcz P662D.43 8 × 8 elrendezésű alapjárműre szerelt kivetőcsövekben 5–5 darab MN-123 típusú kumulatív akna található. (13. ábra) Egy konténer a 20 csővel 100 akna kilövésére képes, így 600 akna telepíthető egy járműre egy feltöltés harcanyagával. A harci gép 85 km/h sebességgel, 580 km-es hatótávolsággal rendelkezik.

A 180 mm átmérőjű, 90 mm magas, 3,7 kg tömegű akna kétféle változatban készült. Az MN-123.1 típus azonnali működésű, az MN-123.2 pedig késleltetett. Konstruktív érdekessége, hogy mindkét oldala kumulatív kialakítású, így a földet érés után bármilyen helyzetbe esve biztosított 0,3 m távolságból, 60 cm méter vastag haspáncélt átütő működése. Az aknákat a járművek felette történő áthaladása robbantja. Az MN-123 aknáknak 6,8 V-os akkumulátorral működő elektronikus mágneses hatású gyújtószerkezettel rendelkeznek, amely három független biztonsági

funkciót tartalmaz a véletlen detonáció kockázatának minimalizálása érdekében. Programozható önmegsemmisítési/önsemllegesítési berendezésük lehetővé teszi az automatikus hatástalanítást 2, 3 vagy 5 nap után.

Az eszközzel az irányítóállomáson keresztül vezérelt automatizált aknatelepítés hajtható végre. A kezelők a vezérlőegységet automatikus vagy kézi üzemmódban programozhatják az aknamező paramétereinek meghatározására. Automatikus üzemmódban a fedélzeti számítógép menet közben kiszámítja a jármű sebességét, a kilövő beállításait és az aknáknak kilövési sebességét. Ezek a paraméterek rögzíthetők, digitális térképeken megjeleníthetők és fejlett kommunikációs rendszereken keresztül megoszthatók, megkönnyítve a magasabb parancsnoki egységekkel való koordinációt. A Baobab-K rendszerrel, a hat aknakonténer megfelelő irányba állításával az aknáknak kilőhetők a jármű középvezonálából egyik vagy mindkét irányban oldalt, vagy két oldalra és hátrafelé, ami nagy telepítési rugalmasságot biztosít. A telepítés során az aknákat 30 és 90 méter közötti távolságba lehet kijuttatni az alapjármű 5 és 25 km/h közötti haladási sebességénél. Ez a sokoldalúság lehetővé teszi akár 1800 méter hosszúságú aknamezők létrehozását is mintegy 22 perc alatt. A BELMA által kifejlesztett indítóegységekkel az újratöltési folyamat kevesebb, mint 30 perc alatt elvégezhető, ami szükség esetén gyors újraindítást biztosít.

A Baobab-K műszaki aknaszóró a külföldi védelmi szakemberek figyelmét is felkeltette. 2025. március 17-én Władysław Kosiniak-Kamysz lengyel védelmi miniszter bejelentette, hogy Sébastien Lecornu francia hadügyminiszterrel folytatott tárgyalásain Franciaország érdeklődését fejezte ki többek között a lengyel fejlesztésű Baobab-K műszaki aknaszóró rendszer beszerzése iránt. A rendszert egy francia kerekas vagy lánctalpas alvázra integrálnák,



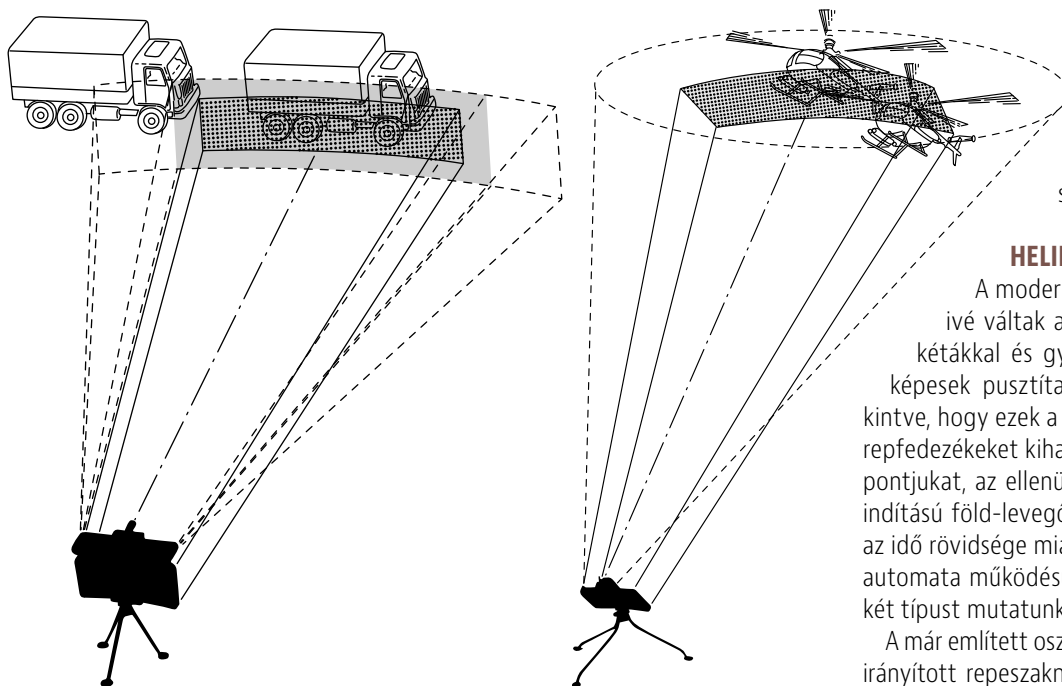
9. ÁBRA. Német AT-2+ szórással telepíthető harcjármű elleni akna [25]



A Skorpion 2 aknavető rendszerről részletesebb információ a mellékelt QR-kód beolvasásával érhető el.



10. ÁBRA. Lengyel Baobab-K műszaki aknaszóró rendszer [20]



11. ÁBRA. A Dragon rendszerrel szerelt gépjármű elleni és a Helik rendszerrel szerelt helikopter elleni repeszaknák működési elve [8; 18. (1-2. ábrák)]

mivel a francia hadsereg jelenleg nem rendelkezik hasonló aknaszóró képességgel. Az ukrajnai konfliktus azonban bebizonyította az aknák szerepét az ellenséges páncélosok előrenyomulásának megállításában, ami rávilágít egy ilyen rendszer műveleti alkalmazásának szükségességére. [22]

A korszerű aknatelepítő rendszerek jelentősége az elmúlt évek fegyveres konfliktusaiban ismét világosan megmutatkozott. Az orosz–ukrán háború tapasztalatai rámutattak arra, hogy a nagy intenzitású szárazföldi hadműveletekben a műszaki záruk – különösen az aknamezők – továbbra is kulcsszerepet játszanak a páncélos és gépesített erők mozgásának korlátozásában.

A harctéri tapasztalatok szerint az aknamezők nemcsak közvetlen pusztító hatásuk révén, hanem az ellenséges erők manőverének lassításával és kiszámíthatóvá tételével is jelentős hadműveleti hatást fejtenek ki. Az ilyen akadályok kényszeríthetik az ellenséget előre meghatározott útvonalak használatára, amelyeken azután tűzérési vagy páncéltörő eszközökkel hatékonyan támadhatóvá válik. Ezáltal

12. ÁBRA. Bumerang orosz helikopter elleni akna [11; 156.]



¹⁷ Depleted uranium (DU) ammunition.

a korszerű aknatelepítő rendszerek fejlesztése – különösen az automatizált, digitális térképezéssel és távvezérléssel kombinált megoldások – a jövő haditechnikai fejlesztéseinek egyik fontos irányát jelentik.

HELIKOPTER ELLENI REPESZAKNÁK

A modern harcterek hatékony támadóeszközeivé váltak a helikopterek, amelyek páncéltörő rakétákkal és gyengített uránium tartalmú lőszerrel¹⁷ képesek pusztítani az ellenséges harcjárműveket. Tekintve, hogy ezek a légi eszközök képesek a különböző terepfedezékeket kihasználva, rejtetten megközelíteni a célpontjukat, az ellenük való védekezés, pl. egyszerűbb kézi indítású föld-levegő rakétafegyverekkel szinte lehetetlen az idő rövideje miatt. Ezért elkezdtek helikopterek elleni, automata működésű aknákat fejleszteni, melyekből most két típust mutatunk be.

A már említett osztrák Dynamit Nobel Graz cég egy teljes irányított repeszakna-családot is kifejlesztett, melyen belül az APM jelűek élőerő, míg az AVM jelűek járművek (tehergépkocsik, helikopterek, könnyű páncélozott eszközök – max. 6 mm páncélvastagságig) elleni műszaki harcanyagok.

Az aknák indítása a megfigyelt aknánál már megszokott módszereken kívül történhetett passzív infravörös szenzoros, automata elektronikus működtető rendszerrel. Ez utóbbiakat a Hirtenberg AG. fejlesztette ki (11. ábra):

- a Dragon rendszer gép- és harcjárművek elleni automata irányítást tesz lehetővé: a műszer akusztikus szenzorjával érzékelve a közeledő járművet, harckészültségbe helyezi a rendszert; képes az aknát aktiválni 3–80 m távolságban a 3–60 km/h sebességgel haladó jármű megsemmisítésére; a műszer -54 °C – +71 °C hőmérsékleti tartományok között működőképes;
- a Helik rendszer a helikopterek elleni automata irányítást teszi lehetővé: működési elve alapvetően megegyezik a Dragon rendszerével; az alacsonyan szálló helikoptert 250 km/h sebességig tudja pusztítani, 5–150 m távolságban. [8; 18.]

Az orosz hadseregben a Bumeráng nevű helikopter elleni aknát (12. ábra) rendszeresítették, ahogy erről egy 2022-es orosz kiképzési segédletben olvashatunk. [11]

Az akna telepíthető a műszaki csapatokkal, kézi erővel (ebben az esetben négy stabilizátorlába van), valamint helikopteres távaknásító eszközökkel (ekkor hat „lábat” kap). A kombinált (akusztikus és infravörös) érzékelők a közeledő légi járművek motorzaja alapján élesítik az aknát. A légcsavaros repülőgépet 600 m, a helikopter rotorzaját pedig több mint 3 km távolságból érzékeli. A zajválasztó rendszer képes megkülönböztetni a repülőgép vagy a helikopter motorjának hangját a földi járművek motorjainak vagy a robbanásoknak, lövéseknek a zajától. Ha az érzékelő felismeri egy közeledő légi célpont motorját, akkor amint az egy kilométernél kisebb távolságba ér, a harci rész (az akna robbanófeje) az ellenség irányába fordul. Ezzel egyidejűleg bekapcsolódnak az infravörös célérzékelők (4–6 darab), amelyek meghatározzák a célpont pontos irányát és távolságát. Egy másik célpont újrafelvétele ebben az időben kizárt. Az akusztikus és infravörös érzékelők egyidejű működésének kombinációja megakadályozza, hogy az akna reagáljon az ellenséges helikopter által kilőtt termikus rakétaelhárító csapdákra. Amikor a célpont belép a hatásos pusztítás zónájába (150 méter sugarú félgömb), az akna felrobban, és a 6,4 kg-os robbanóanyag-töltet (TG–50¹⁸) egy 2500 kilométer/óra sebességű, Misnay-Schardin effektus elvén működő robbanással formált lövedékkel megsemmisíti azt. Te-

kintve, hogy a harcanyagot helikopterek ellen fejlesztették ki, a megtámadott céltárgyak maximális sebessége nem haladhatja meg a 360 km/h értéket, vagyis pl. vadászgépek ellen nem alkalmazható. Ha az érzékelt célpont mégsem lépett be a kb. egy kilométeres működési zónába, akkor az infravörös érzékelők kikapcsolnak, és az akna visszatér nyugalmi (alap) helyzetébe, várva a következő cél felbukkanására.

Az ismertetett példák jól szemléltetik, hogy a szárazföldi aknák az elmúlt évtizedekben jelentős technológiai átalakuláson mentek keresztül. A hagyományos, egyszerű mechanikus működésű aknákat fokozatosan felváltották az elektronikus vezérlésű, több érzékelővel ellátott rendszerek, amelyek nagyobb harcászati rugalmasságot és megbízhatóbb működést biztosítanak.

Ezzel párhuzamosan az aknák telepítési módja is átalakult, mivel a kézi telepítést egyre inkább felváltották a különböző távaknásító rendszerek, amelyek lehetővé teszik az akadályrendszerek gyors és nagy területre kiterjedő létrehozását. A fejlesztések fő irányát ma már a célfelismerés pontosságának növelése, az önmegsemmisítő mechanizmusok megbízhatóságának javítása, valamint az automatizált harctéri irányítási rendszerekkel való integráció jelenti.

(Folytatjuk)



13. ÁBRA. Lengyel MN-123 kumulatív harcjármű elleni akna [20]

HIVATKOZÁSOK

- [1] Croll, Mike: Landmines in War and Peace. Pen and Sword Books Limited, 2008.
- [2] Lukács László: A köszörő aknáktól az intelligens szárazföldi aknáig IV. rész. Aknafejlesztés Magyarországon és a robbanó műszaki záruk hatékonysága. Haditechnika 2025/6, 2–8. DOI: 10.23713/HT.59.6.01
- [3] Lukács László: A köszörő aknáktól az intelligens szárazföldi aknáig V. rész. Hagyományos aknák fejlesztése a II. világháború után. Haditechnika 2026/1, 6–12. DOI: 10.23713/HT.60.1.01
- [4] Lukács László: A Föld akna problémája és a megoldás lehetőségei, különös tekintettel a Magyar Honvédség közreműködésének javasolható irányaira I. Műszaki Katonai Közlöny 1998/1, 3–19.
- [5] Lukács László: Gondolatok az aknákról a nemzetközi egyezmények és szakmai konferenciák tükrében. Új Honvédségi Szemle, 1999/7, 112–120.
- [6] Kovács Zoltán et al.: Gyalogság elleni aknák: 25 év nélkülük. Műszaki Katonai Közlöny. 2021/2, 5–20. DOI: 10.32562/mkk.2021.2.1
- [7] Lukács László: Kis akna-történelem. Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények, 2002/3, 15–57.
- [8] Lukács László: A Dynamit Nobel Graz új műszaki harcanyagai. Haditechnika, 1997/1, 18–20.
- [9] Weidacher, Reinhold: Behind a Veil of Secrecy: Military Small Arms and Light Weapons Production in Western Europe. Small Arms Survey Graduate Institute of International Studies, 2005.
- [10] Lukács László: Műszaki zárással kapcsolatos eszközök, harceszközök és anyagok a C+D '93 és '95 kiállításokon. Műszaki Katonai Közlöny, 1995. különszám, 4–48.
- [11] Mihajlov, A. N. Методическое пособие для проведения занятий по инженерной подготовке. Противотанковые, противопехотные и специальные мины Советской и Российской армии. Великий Новгород: 2022.
- [12] Lukács László: Idegen hadseregek műszaki zárai, műszaki záró és átjáróeszközei, lehetőségei – akadémiai jegyzet. ZMKA Műszaki tanszék, Budapest, 1992. https://drive.google.com/file/d/1jqMxNC_7ZSmjwZRk-j-k6TfUeW4GBL_3/view (Letöltve: 2026.03.06.)
- [13] Kender Antal – Mikó Lajos: Műszaki záruk telepítése és leküzdése. Zrínyi Katonai Könyv- és Lapkiadó, 1983.
- [14] Fredriksson, Johan: The AT-2 scatterable anti-tank mine. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:AT-2.jpg> (Letöltve: 2026.02.24.)
- [15] Lukács László: Az orosz–ukrán háborúban alkalmazott aknák és aknatelepítési eljárások. Haditechnika különszám (2025), 58–69. DOI: 10.23713/HT.59.K.09
- [16] Gireth, Jan – Kroupa, Lubomir: A Cseh Köztársaság haderejének új generációs eszköze az MV-3 aknazóró berendezés. Műszaki Katonai Közlöny, 1996/1, 22–28.
- [17] Gireth, Jan: A korszerűsített PT Mi-D1M harckocsi elleni akna. Műszaki Katonai Közlöny, 2000/2–3, 96–100.
- [18] Servaes, Alain: Latvia Signs €50 Million Deal with Germany's DND for Skorpion 2 Mine Laying System. Defense News Army, 2025.10.25. <https://www.armyrecognition.com/news/army-news/2025/latvia-signs-50-million-deal-with-germanys-dnd-for-scorpion-2-mine-laying-system> (Letöltve: 2026.03.02.)
- [19] Kushnyikov, Vlagyimir: Ukraine received German AT-2 anti-tank mine. Militarnyi, 2022.09.24. <https://militarnyi.com/en/news/ukraine-received-german-at-2-anti-tank-mine/> (Letöltve: 2026.02.24.)
- [20] Reszczyński, Jerzy: Baobab – Evolution of the Polish Scattered Mine Delivery System. 2020.03.18. <https://defence24.com/baobabevolution-of-the-polish-scattered-mine-delivery-system> (Letöltve: 2023.01.19.)
- [21] Poland signs 114M contract for 24 BAOBAB-K mine-laying systems. Defense News, 2023.07.06. <https://www.armyrecognition.com/archives/archives-land-defense-2023/poland-signs-114m-contract-for-24-baobab-k-mine-laying-systems> (Letöltve: 2026.02.24.)
- [22] France considers purchasing Polish Piorun missiles and Baobab mine-laying systems. Defense News Army, 2025.03.20. <https://armyrecognition.com/news/army-news/2025/france-considers-purchasing-polish-piorun-missiles-and-baobab-mine-laying-systems> (Letöltve: 2025.03.26.)

¹⁸ 50/50 arányú trotil-hexogén keverék (hexotol, Composition B).



1. ÁBRA.
Telepített IRB [54]

CSURGÓ ATTILA* – KÁLLAI ERNŐ** – EMBER ISTVÁN***

AZ OROSZ-UKRÁN HÁBORÚ ERŐDÍTÉSI ÉS ÁTKELÉSI FELADATAINAK ESZKÖZSZEMPONTÚ ÉRTÉKELÉSE

I. RÉSZ

Összefoglalás: A nagy intenzitású műveletek során a tavaktól és mocsaraktól a kis csatornákig, patakokig és a nagyobb, szélesebb folyókig terjedő vízi akadályok mind jelentős kihívást jelentenek a katonai erők számára. A széles folyók, különösen a 100–150 m felettiek jelentősen korlátozhatják a szárazföldi erők mozgásterét, és könnyen a művelet sikerét alapvetően befolyásoló kritikus tényezővé válhatnak. Az idők során az átkeléshez felhasználható erők és eszközök, valamint az ezek alkalmazását meghatározó doktrínák folyamatos fejlődésen mentek keresztül. A vízi akadályokon történő átkelések során az egyszerű, fából készült partraszállító hajók építésétől eljutottunk a modern hadseregek által használt fém úszóhidakig és a percek alatt telepíthető, önjáró elemekből építhető gyors-hidakig, melyek alkalmazását a többi fegyvernem akár több száz kilométer távolságból is képes támogatni, míg az ellenség hasonló erői ugyanebből a távolságból akadályozni. Az elmúlt évtizedek konfliktusait nem a nagy intenzitású elhúzódnó háború jellemezte, ezért a 2022. február 24-én kirobbant orosz–ukrán konfliktus a túlélőképességgel kapcsolatos műszaki támogatás jelentőségét is előtérbe helyezte. A fedezékek, tüzelőállások, valamint ezek összeköttetését biztosító közlekedőárkok, összefoglaló nevükön erődítési építmények jelentősége kiemelt szerepet kapott a harc megvívásakor. A publikáció szerzői az átkelés és az erődítés területén az ukrán és az orosz fél által alkalmazott technikai eszközöket mutatják be az orosz–ukrán konfliktus tapasztalatai alapján.

Abstract: During high-intensity operations, water obstacles ranging from lakes and swamps to small canals, streams, and larger, wider rivers pose a significant challenge to the military forces. Wide rivers, especially those over 100-150 m wide, can significantly limit the mobility of land forces and easily become a critical factor that fundamentally influences the success of an operation. Over time, the forces and equipment used for crossing, as well as the doctrines governing their use, have undergone continuous development. In order to cross water obstacles, armies have gone from building simple wooden landing craft to the metal pontoon bridges used by modern armies and quick bridges that can be built from self-propelled elements that can be deployed in minutes, which other branches of the military can support from distances of up to several hundred kilometres, while enemy forces can hinder it from the same distance. The conflicts of recent decades have not been characterized by high-intensity, protracted warfare, which is why the Russo-Ukrainian conflict that broke out on February 24, 2022, has brought the importance of technical support for survivability to the force. The importance of fortifications, such as shelters, firing positions, and the trenches connecting them, played a prominent role in the fighting. In this publication, the authors present the technical equipment used by the Ukrainian and Russian sides in the areas of crossing and fortification, based on their experiences in the ongoing conflict.

Kulcsszavak: orosz–ukrán háború, műszaki támogatás, átkelés, erődítés, műszaki technikai eszközök

Keywords: Russo-Ukrainian War, engineer support, crossing, fortification, technical equipment

BEVEZETŐ

A műszaki tevékenységek összességét műszaki támogatásnak nevezzük, ennek hadtudományi szempontból jelenleg elfogadott fogalma: „mindazon speciális tevékenységek és rendszabályok összessége, amelyeket a különböző háborús és stabilizációs (nem háborús) műveletek előkészítése és végrehajtása során műszaki feltételként meg kell teremteni a feladatot végrehajtó csapatok sikeres tevékenységéhez.”

[1] A műszaki támogatási képességek, mint azt a fenti fogalom is körülírja, jelentős „haderő-sokszorozót (force-multiplier)” jelentenek a katonai műveletekben, elősegítve a műveleteket vezető parancsnok számára a küldetés céljainak teljesítéséhez szükséges cselekvési szabadságot. Különösen fontos szerepet kap a műszaki támogatás az erők megóvásakor összhaderőnemi műveletekben. Az erők megóvási feladatainak előkészítését a földi, légi vagy tengeri műveletek egyidejű végrehajtása és kombinációja esetén jelentős koordináció előzi meg. A több dimenzióban folyó műveletek a műveleti környezet átfogó elemzésével kezdődnek, aminek alapját a katonai tevékenységek mellett más, egyéb szereplők és tényezők már folyamatban lévő vagy várható tevékenységének elemzése egészíti ki.

A harc megvívásának időszakát, a műszaki tevékenység végrehajtásának környezetét figyelembe véve beszélünk a harc közvetlen műszaki támogatásáról, illetve az előbbi-től eltérő esetben a csapatok általános műszaki támogatásáról, a harc közvetett támogatásáról.

A műszaki támogatási feladatok területei – függetlenül, hogy azt a harc közvetlen vagy közvetett támogatása érdekében hajtjuk végre – a következők lehetnek:

- saját csapataink mozgástámogatásának feladatai;
- az ellenség mozgásakadályozásának feladatai;
- a túlélőképesség fokozásának és fenntartásának feladatai, valamint
- egyéb műszaki feladatok.

A műszaki támogatás sokrétű tevékenységek összessége, és a 2022. február 24-én kezdődött orosz–ukrán konfliktus rámutatott arra, hogy közel egyenragú felek között zajló háborúban saját csapataink mozgásának támogatása és túlélőképességének fokozása kiemelten fontos szerepet kap.

Az orosz–ukrán háború második szakaszában, 2023 tavaszán a nyugati elemzők optimistán várták a tervezett ukrán ellentámadás kezdetét. Optimizmusuk részben az ukránok számára átadott nyugati technikai eszközök rendelkezésre állásán és azok kezelőinek nyugati módszerek alapján történt felkészítésén, részben pedig az elmúlt 32 év tapasztalatain alapult. 2022 előtt a nyugati világ nem találkozott hasonló kihívással, mint amit ez a háború jelent. Az elmúlt időszak jellemzője az aszimmetria volt, amikor az egyik fél szinte minden esetben jelentős technológiai és erőforrásfölényben volt. Ebben a helyzetben a harctámogatás egyes elemei, köztük a harc műszaki támogatása is, háttérbe szorultak. Hiába látta mindenki a 2000 kilométernyi orosz erődítési vonalat, annak a harctevékenységre gyakorolt valós hatását nem mérték fel megfelelően. [2]

A szerzők a fentiekre tekintettel, valamint a publikáció terjedelmi korlátai miatt alapvetően a túlélőképesség fokozása területén belül az erődítés gépi eszközeire, míg a mozgástámogatás területén a száraz és vizes akadályok leküzdésének eszközzempontú összehasonlítására fókuszálnak.

A VÍZI AKADÁLYOKON TÖRTÉNŐ ÁTKELÉS ESZKÖZZEMPONTÚ ELEMZÉSE

Az ellenséges erő által védett folyón való átkelés bármely támadót nehéz feladat elé állítja. A támadónak minden óvintézkedést meg kell tennie és minden erőforrást fel kell használnia a sikeres átkeléshez. Az idők során az átkeléshez felhasználható erők és eszközök, valamint az ezek alkalmazását meghatározó doktrínák folyamatos fejlődésen mentek keresztül. A vízi akadályokon történő átkelések során az egyszerű, fából készült partraszállító hajók építésétől eljutottunk a modern hadseregek által használt fém úszóhidakig és a percek alatt telepíthető önjáró elemekből építhető gyorshidakig, melyek alkalmazását a többi fegyvernem akár több száz kilométer távolságból is képes támogatni, míg az ellenség hasonló erői ugyanebből a távolságból akadályozni. Ez a megnövekedett összetettség egyben a vezetés számára is kihívást jelent, ami a műveletek sikeres megvívásához szükséges információk beszerzésében és a résztvevő erők időben és térben összehangolt irányításában jelentkezik.

A 2022-es RUSI vízi utak konferenciáján¹ a finn hadsereg nyugalmazott tábornoka, Pekka Toveri vezérőrnagy ráirányította a figyelmet a szovjet hadsereg 1965-ös jelentésére, mely a vízi akadályok Európa-szerte jelenlévő kihívásait taglalta. Ez a jelentés megállapította, hogy Európában minden megtett 5 km után legalább egy 5 m széles, 10 km után legalább egy 10 m széles, 35 km után legalább egy 100 m széles és minden 100-150 km után legalább egy 100-300 m széles vízi akadályra kell számítani. Az ezt meghaladó távolság során nagy valószínűséggel 300 m-nél szélesebb vízi akadály leküzdésével is számolni kell. A jelentés becslése szerint a vízakadályok 60%-a 20 m-nél kisebb, azonban ez azt is jelenti, hogy 40%-a ennél szélesebb.

Az orosz–ukrán háborúban jelenleg mind az orosz előrenyomulás, mind az ukrán védelem számára kihívást jelentenek az Ukrajnát átszelő folyók. Ezek természetes akadályt jelentenek a nehéz katonai járművek számára, mivel feltehetően a hidak jelentős részét már lerombolták. Következésképpen a háború ezen szakaszának kimenetele részben attól is függ, hogy a felek képesek lesznek-e hatékony átkelési műveleteket végrehajtani.

A fenti megállapítás egyik iskolapéldája az oroszok sikertelen átkelési kísérlete a Sziverszkij Donyec folyón, amiből vélhetően mindkét fél levonta a tanulságokat, mivel hasonló esetről azóta sem értesültünk. 2022. május 9-én az ukrán erők sikeresen megíúsították az oroszok átkelési kísérletét az említett folyón és megakadályozták, hogy bekerítsék az ukrán erőket a térségben. A kudarcot számos hiba összessége okozta. Az oroszok első hibája az volt,

* Ezredes, PhD, Magyar Honvédség II. Rákóczi Ferenc 14. Műszaki Ezred, parancsnok. ORCID: 0000-0002-6494-6490

** Alezredes, PhD, Magyar Honvédség II. Rákóczi Ferenc 14. Műszaki Ezred, törzsfőnök. ORCID: 0009-0002-9235-7201

*** Alezredes, PhD, NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Harctámogató Tanszék, adjunktus. ORCID: 0000-0002-9877-0366

¹ Royal United Services Institute (RUSI) for Defence and Security Studies, Waterways Conference 2022.04.27. Obstacles and Opportunities for Manoeuvr.



2. ÁBRA.
MTU-90 Hídvető
harcokcsi [3]

hogy bár három lehetséges átkelési helyszínt azonosítottak, minden kísérlet során csak az egyik helyszínt (és mindhárom esetben ugyanazt) használták. Egyszer sem éltek azzal a lehetőséggel, hogy egyszerre több átkelőhelyen kíséreljék meg az átkelést. Másodszor, az átkelés nappal zajlott és szó szerint az ukrán védőerők nyílt látótávolságában. Harmadszor, az orosz erők nem végeztek megfelelő felderítést a területen, ezért nem ismerték az ukrán erők elhelyezkedését és összetételét. Végül a hiányos felderítési információk miatt az oroszok nem voltak képesek hatékony tűzzel támogatni az átkelést. Ezzel szemben az ukrán erők pontos felderítési adatokkal rendelkeztek, melyek időben ráirányították a figyelmet az orosz csapatok folyó menti összevonására. Az ukrán műszaki felderítőegységek időben azonosították az átkelésre alkalmas helyszíneket és előre koordinálták a lehetséges tűzérési célpontokat. Mivel az orosz erők valóban az egyik ilyen helyszínt használták, az ukránok hatékony tüzet tudtak vezetni az átkelő alakulatokra. A rendelkezésre álló felderítési adatok és az ukránok helyismerete lehetővé tette számukra, hogy helyesen jelezzék előre a legvalószínűbb cselekvési változatokat.

Az eset fontos tanulsága, hogy a technikai eszközökben rejlő potenciál csak egy kis részt tesz hozzá a sikerhez. Ennél sokkal lényegesebb, hogy a meglévő eszközeinket az aktuális helyzethez igazodva a leghatékonyabb rendszerbe szervezve alkalmazzuk.

Az orosz–ukrán háború átkelési műveleteiről a Sziverszkij Donyec-i jól dokumentált átkelési kísérlet kivételével annak ellenére sem állnak rendelkezésre konkrét információk, hogy Harkiv, Herszon és Kupjanszk térségében több átkelés is ismert. Ezért csak a résztvevők számára rendelkezésre álló eszközök képességeinek számbavétele adhat számunkra bármiféle támpontot arról, hogy van-e bármelyik félnek is fölénye ezen a területen. Alapvetésként megállapíthatjuk, hogy a közös múlt hozományaként az ukránok minden orosz átkelő/hídépítő eszköz régebbi változatával rendelkeznek, valamint potenciálisan birtokolhatnak jellemzően régebbi változatú nyugati haditechnikát is. Ezért a továbbiakban az orosz típusok ismertetése mellett néhány nyugati (NATO) átkelőeszközt is bemutatunk.

HÍDVETŐ HARCOKCSIK

Az MTU hídvetőharcokcsi-család a rohamhidak, más megnevezéssel a közvetlen harctámogató hidak csoportjába tartozik. A 90-es változatot 1999-ben rendszeresítették, míg a 2020-ast 2023-ban. A T-90 harcokcsi alvázán kialakított hordozóeszköz kétnyompályás, ollós hídelemeket hordoz, melyek két vagy három részre hajtva helyezkednek el a hordozójárművön. Utóbbi képes a TMM-6 hídelemek hordozására és telepítésére is. A híd telepítése során a 2 fős kezelőszemélyzetnek nem kell elhagynia a harcokcsit, így a feladat elvégzésére közvetlen irányítású (kézi) fegyverek tűzhatása alatt is lehetőség van.

Az eszköz birtoklása stratégiai fontosságú szerepet tölt be az orosz–ukrán háborúban, mivel alkalmazásával gyorsan és aránylag rejtve lehet leküzdeni a Donbászra egyébként jellemző, jelentős korlátozó hatást gyakorló vízi akadályokat. Fontosságát jól jellemzi az a tény, hogy amikor az ukránoknak 2023. augusztus 31-én Bahmut térségében sikerült egyetlen MTU-90M eszközt megsemmisíteniük, arról jelentős sikerként számolt be a nemzetközi sajtó. [4]

1. TÁBLÁZAT. Az MTU hídvetőharcokcsi-család adatai
(A szerzők szerkesztése [5][6][7][8][9] alapján.)

Típusváltozatok	Hídmező hossza [m]	Híd teherbírása [t]	Telepítés ideje [perc]
MTU-90	26	50	2-3
MTU-90M	25	60	
MTU-2020	kompozit: 27 acél: 26	60	

A NATO-országok hadseregeiben szintén elterjedt eszközök a hídvető harcokcsik, melyek általában 2-3 fős kezelőszemélyzettel rendelkeznek, és gyakorlatilag egyforma elvek szerint alkalmazhatóak. Az eszközök egymással nem kompatibilisek, más hídmezőkkel pedig csak azonos típuscsaládon belül alkalmazhatók. Az eszközök teherbírása – amit a NATO-ban a katonai teherbírasi osztály (MLC – Military Load Classification) jellemez – tipikusan nagyobb, mivel a Szövetség által használt harcokcsik tömege folyamatosan növekszik. Ebből kifolyólag a „minél nagyobb, annál jobb” elv érvényesül, mivel a legmodernebb harcokcsik a legnagyobb teherbírású hidakat igénylik.

2. TÁBLÁZAT. A NATO legismertebb hídvető harcokcsijainak adatai
(A szerzők szerkesztése [10][11][12][13][14] alapján.)

Típusváltozatok	Hídmező hossza [m]	Híd teherbírása [t]	Telepítés ideje [perc]
M1074 Joint Assault Bridge System (USA)	18,3	MLC 115	3-5
Titan AVLB (Egyesült Királyság)	26 vagy 2×16	MLC 85	kevesebb mint 5
Leguan (Németország)	26 vagy 2×14	MLC 80	26 m-es: 6 14 m-es: 5

Annak ellenére, hogy 2023 márciusában döntés született arról [16], hogy az Amerikai Egyesült Államok egy 400 millió dolláros támogatás részeként hídvető harckocsikat is ad át az ukrán félnek, nem áll rendelkezésre megerősített információ arról, hogy valóban biztosítottak-e ilyeneket az ukrán haderő képességeinek növelése érdekében. Az ukránok részéről így a régebbi szovjet/országi MTU hídvető harckocsi-család igénybevétele feltételezhető, melyeket valószínűleg kiegészít néhány modernebb nyugati hídvető harckocsi is.

NEHÉZ HÍDRAKÓ KÉSZLETEK

A TMM híd-készletek alapvetően két nyompályás, viszonylag gyorsan telepíthető, ollós szerkezetű, nehéz híd-rakó készletek. A csapatok mozgási útvonalain megtalálható száraz vagy vízi akadályok áthidalására képesek. Elsődleges szerepük a már közvetlen tűzhatás alatt nem álló rohamhidak kiváltása, hogy azok újra bevetethetők legyenek. Legfontosabb sajátossága ennek a híd-típusnak, hogy az elemek (a záróelem kivételével) baklábakkal rendelkez-



nek. Ennek segítségével, ugyan csak korlátozott mélysé-
gig, de szinte bármilyen széles akadály áthidalható (csak a rendelkezésre álló hídelemek száma szab határt).

3. ÁBRA. M1074 Joint Assault Bridge System [15]

3. TÁBLÁZAT. TMM híd-készletek adatai (A szerzők szerkesztése [17][18][19][20][21] alapján.)

Típus	Hídelemek száma [db]	Egy elemmel áthidalható maximális távolság [m]	Maximális akadálymélység [m]	Maximális áthidalható távolság [m]	Teherbírás [t]	Személyzet (fő)	Telepítési idő [perc]
TMM-3M2	4	10,5	3,5	40	60	8	1 elem: 10 4 elem: 45
TMM-6	6	17	5	102	60	12	1 elem: 5 6 elem: 50



4. ÁBRA.
TMM-6 híd-készlet [22]

5. ÁBRA. TMM-3M2
híd-készlet (Forrás:
Shutterstock)



6. ÁBRA. Leguan RMMV HX 10×10 hídvető gépjármű [29]

7. ÁBRA. MS-20 Daglezja hídvető gépjármű [30]

A NATO-országok hadseregeiben baklábakkal ellátott, ollós szerkezetű hídkészletek nem állnak rendelkezésre. Hasonló alkalmazási lehetőséggel, de (a baklábak hiányából adódóan) kisebb áthidalási képességgel azonban több gumikerekes hordozójárműre telepített hídkészlet is létezik. Ezek két jellemző típusa a német gyártmányú Leguan RMMV HX 10×10 hídvető gépjármű és a lengyel MS-20 Daglezja.

4. TÁBLÁZAT. Gumikerekes platformra telepített hídvető eszközök adatai (A szerzők szerkesztése [23][24][25][26][27][28] alapján.)

Típus	Leguan RMMV (DEU)	MS-20 Daglezja (POL)
Hídmező hossza [m]	26 vagy 2×14	23,2; 25,6 (feljárókkal)
Híd teherbírása [t]	MLC 80	MLC 70
Telepítés ideje [perc]	26 m-es 6, 14 m-es 5	10

Hasonlóan a hídvető harckocsikhoz, itt sem áll rendelkezésre megbízható forrás arról, hogy ebbe a kategóriába tartozó nyugati hídvető eszközt adtak-e át az ukrán erők számára. Ami biztos, hogy a többi haditechnikai eszközhöz hasonlóan az ukránok rendelkeznek régebbi TMM típusú hídkészletekkel, melyek képességei a TMM-3 hídkészletével minden tekintetben összevethetők.

8. ÁBRA. PMM 2M önjáró komp [31]



DESZANT-, ÖNJÁRÓ HÍD- ÉS KOMPÁTKELŐ ESZKÖZÖK

Elsőként említendő a lánctalpas önjáró komp, amely különböző típusú harceszközök gyors, meglepetésszerű vízi átkelését biztosítja. Nem csak kompként üzemelhet, mivel több komp összeállításával szalaghíd is építhető belőle. Az úszótest három részből áll, melynek nyitását és zárását hidraulikarendszer végzi. Több eszköz összekapcsolásával létrehozott kompok és hidak esetén is csak maximum 50 tonnás technikai eszközök szállítását képes biztosítani. Kezelőszemélyzete 3 fő. Az úszótestet nagy teljesítményű szivattyúval látták el, ami (bizonyos határok között) sérülés esetén is biztosítja, hogy az eszköz ne süllyedjen el. Ugyanebbe a kategóriába tartozik a hasonló képességekkel rendelkező PDP önjáró komp (561 P) is. A személyzet védelmében a fülke itt már páncélozott kialakítású. A hordozóeszközt, amelyet a T-80-as harckocsi alvázából alakítottak ki, nem építették egybe a kompszerkezettel, az csak a szállítást végzi el. Ennek a kialakításnak köszönhetően megnövekedett a komp teherbírása, mivel a szállítóeszközt nem kell magával vinnie, helyette hasznos tömeget képes szállítani. A komp kompatibilis a PP-91 és PP-2005M pontonhidak rögzítési elemeivel, így azokkal szabadon kombinálható. 2014-ben rendszeresítették.

5. TÁBLÁZAT. PMM 2M és PDP önjáró kompok adatai (A szerzők szerkesztése [33][34][35][36] alapján.)

Típus	PMM 2M	PDP
Kezelőszemélyzet	3 fő	2 fő (+min. 1 fő)
Teherbírás [t]	40 max. 50 (összekapcsolva)	60
Merülési mélység [m]	1,4	0,65
Maximális sebesség vízen, teljes terheléssel [km/h]	8	10
Telepítési ideje [perc]	5 8 (2 tag kapcsolva) 10 (3 tag kapcsolva)	5
Szélesség [mm]	3 300	10 270 (szétnyitva)
Hosszúság [mm]	13 380	16 500 (szétnyitva)
Magasság [mm]	3 800	–



A szövetséges haderők részéről hasonló lánctalpas kialakítású eszközökkel nem találkozhatunk, azonban a német gyártmányú M3 kétéltű komp és a hozzá kísértetiesen hasonlító török OTTER kétéltű komp ugyanazt a feladatot képes végrehajtani. Ezek az eszközök az átkelési műveletek lehető leggyorsabb végrehajtását teszik lehetővé. A vízi akadály gyors megközelítését követően előkészítés nélkül percek alatt készen állnak akár harckocsik (jellemzően két eszközből kialakított kompok alkalmazásával) vízen történő átszállítására is. Feladatuk végeztével gyorsan el tudják hagyni a helyszínt.

A 4×4 kialakítású M3 minimum két eszköz összekapcsolásával, vagy hídként alkalmazva MLC 85T/132W teherbírásával rendelkezik.² Telepítése percekben mérhető. 2016-ban a NATO *Anakonda 2016* gyakorlatán német és brit alegységek 30 eszköz igénybevételével 35 perc alatt építettek meg egy 350 m hosszú hidat a Visztulán. A gyártó által biztosított adapterekkel az eszköz összekapcsolható az SRB (Standard Ribbon Bridge – alap szalaghíd), az FSB (Floating Support Bridge – úszó támogató híd) és az IRB (Improved Ribbon Bridge – továbbfejlesztett szalaghíd) készletekkel.

A 8×8 tengelyképletű OTTER komp szinte teljesen azonos paraméterekkel rendelkezik, mint az M3. Teherbírása két eszköz összekapcsolásával MLC 85T, míg legalább há-

rom eszköz összekapcsolásával, vagy hídként alkalmazva MLC 85T/120 W. Egy 100 méteres híd telepítése 10 percet igényel. Az M3-sal ellentétben más hidakkal történő közös alkalmazásához nem állnak rendelkezésre adapterek.

6. TÁBLÁZAT. Az M3 és az OTTER adatai
(A szerzők szerkesztése [38][39][40][41][42][43] alapján.)

Típus	M3	OTTER
Kezelőszemélyzet / eszköz	3 fő	3 fő
Teherbírás	2 eszköz MLC 70T 3 eszköztől MLC 85T / 132W	1 eszköz MLC 21T 2 eszköz MLC 85T 3 eszköztől MLC 85T / 120W
Max. sebesség vízen teljes terheléssel [km/h]	8	9
100 m híd telepítési ideje [perc]	30	10
Szélesség [mm]	3 350	3 500
Hosszúság [mm]	13 030	13 000
Magasság [mm]	3 970	3 950

9. ÁBRA.
PDP önjáró komp [32]

10. ÁBRA.
Német M3 kétéltű komp
(Forrás: Shutterstock)



11. ÁBRA.
OTTER [37]

² A T a lánctalpas teherbírasi osztályt jelöli, a W a gumikerekes teherbírasi osztályt.

Egy 2023. március 15-ei internetes cikk [44] szerint Hollandia 30 db M3-ast tervezett átadni Ukrajna számára. 2023. október 21-én a Lamp of Knowledge (A tudás lámpája) nevű YouTube-csatornán közzétettek egy videót, [45] amely szerint az eszközöket még nem vették át, de az ukrán katonák kiképzése már megtörtént vagy legalábbis folyamatban van. Az interneten fellelhető források alapján jelenleg nem lehet megerősíteni, hogy az eszközöket valóban átadták-e az ukránok részére.

Ennél a kategóriánál kell megemlíteni az orosz PTSZ úszó gépkocsikat is, amelyhez hasonló eszközzel a nyugati hadseregek nem rendelkeznek (a régebben a Varsói Szerződéshez tartozó, de ma már NATO-tagországok hadseregei a szovjet örökség okán még rendelkezhetnek PTSZ-ekkel), mivel a partraszálló eszközök, mint például az amerikai AA-VP7A1 (Assault Amphibious Vehicle – kételtű rohamjármű) nem képes technikai eszközök szállítására.

A negyedik generációs PTSZ-4 nehéz kételtű szállító jármű tüzérségi eszközök, harcjárművek, személyek és különféle rakományok vízi akadályokon történő átszállítására szolgál. A haditengerészetnél is rendszerben áll, mivel a hozzátartozó kiegészítőkkal képes tengeri partra szállításra is. A T-80-as harckocsi alvázára építették, a hajtómotor a test közepénél helyezkedik el. A hajócsavarok a testen kívülre kerültek, és a jobb manőverezhetőség érdekében mögöttük dupla kormánylapátot helyeztek el. A 2 fős kezelőszemélyzet páncélvédett fülkéje el van látva ABV szűrő-szellőző berendezéssel, híradó eszközökkel, illetve éjjellátó képességgel. Vízen 18 t, szárazon 12 t teher szállítására képes. Régebbi változata a PTSZ-2, mellyel az ukránok is rendelkeznek; hasonló felépítésű, azonban fülkéje nem páncélvédett, és csak 12/6 t teherbírással rendelkezik.

ÚSZÓALJZATÚ (PONTON) HÍDKÉSZLETEK

A PP-91 pontonhíd- vagy más néven szalaghídkészlet rendeltetése a csapatok és alegységek vízi akadályokon történő biztonságos áttűratása híd- és/vagy kompátkelőhelyek kialakításával. A hídelemek, kompok vízen történő mozgását alapvetően az MZ-235 motoros egység biztosítja. Ez a motoros elem a hídelemek sorába (két hídelem közé) beilleszthető. Beépített dízelmotorja segítségével képes a hídrészek és kompok meghajtására. Ezeken felül 4 db BMK tolóhajó áll rendelkezésre, amennyiben a motoros egységek tolóereje nem lenne elégséges, vagy azok meghibásodnak. A PP-91 készletet egy hídépítő zászlóalj két pontonos százada üzemelteti, amelyek századonként a teljes készlet felével – más néven ún. félkészletekkel – rendelkeznek. [46]

Egy készlet az alábbi elemekből áll:

- 32 db folyami pontonelem;
- 4 db parti pontonelem;
- 8 db MZ-235 motoros egység;
- 4 db BMK-225 tolóhajó;
- 2 db útburkolóelem-készlet konténerben;
- 4 db eszközkészlet-konténer;
- 54 db URAL-53236 terepjáró tehergépkocsi.

A készletből megépíthető:

- úszóaljazatú hadihíd;
- kompátkelő.

A készletből építhető kompátkelő:

- 8 db 90 tonna teherbírású komp vagy;
- 4 db 180 tonna teherbírású komp vagy;
- 2 db 360 tonna teherbírású komp.



12. ÁBRA. PTSZ-4
(Forrás: Shutterstock)



13



14



15

7. TÁBLÁZAT. Kompok paraméterei (A szerzők szerkesztése [46][47] alapján.)

Híd teherbírása [t]	Megépítéséhez szükséges idő [perc]	A komp maximális sebessége [km/h]	Megépítéséhez szükséges kezelőállomány (fő)
90	15	14	18
180	20		33
360	25		66

A készletből építhető 60, 90 és 120 tonna teherbírású úszó-aljzatú hadihíd is. (8. táblázat)

A PP-91 M vagy új megjelöléssel a PP 2005 M hídkészlet a PP-91 modernizált változata. A modernizáció a motoros egységet (MZ-330), a BMK tolóhajót (BMK-MT vagy BMK-460) és a szállítójárművet (KAMAZ 63501) érintette. Ezek a fejlesztések azonban a hídkészlet alapvető alkalmazási paramétereit nem változtatták meg.

Az ukrán hadsereg rendelkezik a régebbi típusú orosz pontonhíd-készletekkel. Ezek alkalmazási lehetőségei megegyez-

nek az orosz változatokéval. A régebbi hídkészletekkel is képesek legalább 60 tonnás maximális teherbírással rendelkező híd- és kompátkelőhelyek kialakítására az itt bemutatott hídkészlethez hasonló telepítési idővel és kezelői állománnyal.

A NATO számára az átkelési feladatok során a legnagyobb kihívást a tagországok hadseregei által alkalmazott hídkészletek sokszínűsége okozza. Ezek jellemzően nem kompatibilisek egymással, ezért a széles vízi akadályok (150 m felett) leküzdése körültekintő tervezést igényel. Az alábbiakban a NATO-tagországokban fellelhető három jellemző típust mutatjuk be.

A francia SRB (Steel Ribbon Bridge: acél szalaghíd) egy általánosan alkalmazható hídkészlet, melyből híd és komp(ok) is építhető(k). A rendszer elemei bármely megfelelő teherbírású multiliftrendszerrel rendelkező katonai vagy civil tehergépjárművel szállíthatók. A híd és a komp bármilyen típusú tolóhajóval mozgathatók a vízen. Teherbírása MLC 85T / 120W. Sajátossága még, hogy nem rendelkezik parti komppal. A fel- és lehajtást a végső folyami kompokra szerelt rámpák biztosítják.

13. ÁBRA. BMK-225 tolóhajó [46]

14. ÁBRA. PP-91 folyami hídkomp Kamaz szállítójárművön (Forrás: Shutterstock)

15. ÁBRA. 180 tonna teherbírású PP-91 komp két beépített MZ-235 motoros egységgel és parti hídellel [46]

8. TÁBLÁZAT. Egy PP-91 készletből megépíthető híd paraméterei (A szerzők szerkesztése [46][47] alapján.)

Híd teherbírása [t]	Megépítéséhez szükséges idő [perc]	Híd hossza [m]	Járófelület szélessége [m]	Megépítéséhez szükséges kezelőállomány
60	30	268	6,55	Egy hídépítő zászlóalj (225 fő), mely két pontonos hídépítő századból, javító-, műszaki és logisztikai szakaszból, búvárfelderítő és híradórajból áll.
90	60	165	10 (másfél pontonelem-szélesség)	
120	48	141	13,8 (kétszeres pontonelem-szélesség)	



16. ÁBRA. Telepített SRB [48]

9. TÁBLÁZAT. SRB, PFM és IRB összehasonlító táblázat (A szerzők szerkesztése [50][51] [52][53] alapján.)

Típus	SRB	PFM	IRB
Teherbírás	MLC 85T / 120W	MLC 90T / 100W	MLC 85T / 96W MLC 90T / 110W
100 m híd építéséhez szükséges	13 db folyami komp 2 db feljárórendszer 5 db tolójó	8/13 db folyami komp 2 db rámpa	13 folyami komp 2 parti komp 4-5 db tolójó
100 m híd építéséhez szükséges idő	30-45 perc	30 perc	30 perc
100 m híd építéséhez szükséges kezelőállomány	nincs adat	33 fő	nincs adat

A szintén francia gyártású modernizált PFM (Motorized Floating Bridge: gépesített úszóhíd), a PFM F3 fő jellemzője az úszótestbe illesztett csónakmotor és az alacsony kezelőszemélyzet-igény, valamint a szükség szerint rendelkezésre álló speciális taktikai rámpa, aminek az alkalmazásával 3 méteres szintkülönbségig meredek partfal esetén is megoldható a fel- és lehajtás. Teherbírása MLC 90T/100W. Két változatban is rendelkezésre áll, 10 m-es vagy 6,75 m-es hosszúságú folyamikomp-kialakítással.

17. ÁBRA. Taktikai
rámppal szerelt PFM
komp [49]



A Németországban a General Dynamics European Land Systems (GDELS) által gyártott IRB (Improved Ribbon Bridge: továbbfejlesztett szalaghíd) talán a legnagyobb számban gyártott szalaghíd-típus a NATO-ban. Ezt a hatvanas évekbeli szovjet PMP híd konstrukciója alapján alakították ki. Ennek megfelelően folyami és parti kompkból áll, telepítéséhez pedig tolójókra van szükség. A legnagyobb különbséget az anyaga jelenti, mivel ez a hídkészlet alumíniumból készül. Teherbírása MLC 80T/96W, egyes leírások szerint MLC 90T/110W. Az IRB kompatibilis az M3 hídkészlettel és a NATO szabványosított hídelemszállító eszközeivel.

Összegzőképpen megállapítható, hogy az orosz fél ugyan több különböző típusú átkelőeszközzel rendelkezik, azonban azok egymással többnyire kompatibilisek, ami leegyszerűsíti a műveleti alkalmazásukat. Ezzel szemben a NATO-tagországok (és a változatos támogatások következtében Ukrajna is) számos különböző, többnyire egymással nem kompatibilis eszközzel rendelkeznek. Ennek következtében a szövetséges átkelési műveletek körülményeinek tervezést igényelnek, melynek során kiemelt figyelmet kell fordítani a rendelkezésre álló eszközök alkalmazási lehetőségeire, valamint azok változatos logisztikai támogatási igényeinek biztosíthatóságára is.

(Folytatjuk)

HIVATKOZÁSOK

- [1] Krajnc Z. (főszerk.) – Padányi J. (szakmai vez.): Hadtudományi lexikon, Új kötet. Dialóg Campus, Budapest, 2019, 798.
- [2] Csurgó A. et al.: Az orosz műszaki tevékenység jellemzői az orosz–ukrán háborúban. Honvédségi Szemle 2024/3, 33–45. DOI: 10.35926/HSZ.2024.3.3
- [3] MTU-90. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MTU-90_2.jpg (Letöltve: 2025.11.23.)
- [4] Global Defense News. Ukrainian Forces destroy most advanced Russian MTU-90 armored bridge-layer vehicle, <https://www.armyrecognition.com/focus-analysis-conflicts/army/conflicts-in-the-world/russia-ukraine-war-2022/ukrainian-forces-destroy-most-advanced-russian-mtu-90-armored-bridge-vehicle> (Letöltve: 2025.12.03.)
- [5] ODIN. MTU-90 Russian Armored Vehicle-Launched Bridge (AVLB) System. <https://odin.tradoc.army.mil/WEG/Asset/70a2c1e76211ad04cae33a71fb04c314> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [6] Deagel. MTU-90. <https://www.deagel.com/Armies/MTU-90/a000351> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [7] ISSUU-Dellvzla. MTU-90 Armoured Bridgelaye. <https://issuu.com/dellvzla/docs/book-52484/s/13416918> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [8] CAE. Analysis: New Russian army combat engineer vehicles deployed in Ukraine. <https://www.armyrecognition.com/focus-analysis-conflicts/army/conflicts-in-the-world/russia-ukraine-war-2022/analysis-new-russian-combat-engineer-vehicles-deployed-in-ukraine> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [9] Army Guide. MTU-90. <https://www.army-guide.com/eng/product1988.html> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [10] CAE. Review - Analysis: New Joint Assault Bridge JAB M1074 engineer armored vehicle for US Army & Marines. <https://www.armyrecognition.com/focus-analysis-conflicts/army/defence-security-industry-technology/review-analysis-new-joint-assault-bridge-jab-m1074-engineer-armored-vehicle-for-us-army-marines> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [11] Deagel. JAB. <https://deagel.com/armies/jab/a002768> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [12] Defense Advancement. TITAN Armoured Vehicle Launcher Bridge (AVLB). <https://www.defenseadvancement.com/projects/titan-armoured-vehicle-launcher-bridge-avlb/> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [13] Army. Titan Armoured Bridge Launcher. <https://www.army.mod.uk/learn-and-explore/equipment/engineering-equipment/titan-armoured-bridge-launcher/> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [14] KNDS. Leguan – das Synonym für leistungsstärkste Interoperabilität. <https://www.knds.de/en/systems-products/tracked-vehicles/bridges/leguan/> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [15] Joint Assault Bridge. https://en.wikipedia.org/wiki/M1074_Joint_Assault_Bridge_System#/media/File:Engineer_here_are_ready_to_testing_of_the_Joint_Assault_Bridge.jpg (Letöltve: 2025.11.23.)
- [16] Forbes. Armored Bridges To Ukraine: Last Pieces For A Counter-Attack Coming Into Place, <https://www.forbes.com/sites/craighooper/2023/03/03/armored-bridges-to-ukraine-last-pieces-for-a-counter-attack-coming-into-place/> (Letöltve: 2025.12.04.)
- [17] CAE. The new TMM-3M2 truck bridgelaye will enter in service with the Russian armed forces. <https://www.armyrecognition.com/focus-analysis-conflicts/army/defence-security-industry-technology/the-new-tmm-3m2-truck-bridgelaye-will-enter-in-service-with-the-russian-armed-forces-12507162?highlight=WyljdXNzaW4iXQ> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [18] MilitaryLeak. Russian Eastern Military District to receive TMM-3M2 heavy mechanized bridge. Russian Eastern Military District to receive TMM-3M2 heavy mechanized bridge - MilitaryLeak.COM (Letöltve: 2025.11.23.)
- [19] WeaponSystems. TMM-6. <https://weaponsystems.net/system/308-TMM-6> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [20] ODIN. TMM-6 Russian 8x8 Truck-Mounted Scissors Bridge. <https://odin.tradoc.army.mil/WEG/Asset/85646e8dac91d4cb0903fe611030edca> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [21] Army Guide. TMM-6. <https://www.army-guide.com/eng/product3756.html> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [22] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/31/TMM-6_bridgelaye_-_Omsk_2009_-_02.jpg (Letöltve: 2025.11.23.)
- [23] KNDS. WFEL Now Sole Bidder for Project TYRO – UK MOD Military Bridging Project. <https://knds.com/en/news/wfel-now-sole-bidder-for-project-tyro-uk-mod-military-bridging-project> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [24] KNDS. Leguan – synonymous with maximum-performance interoperability. <https://knds.com/en/products/systems/bridges/leguan> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [25] CAE. Leguan 2. <https://www.armyrecognition.com/military-products/army/engineer-maintenance-vehicles/bridge-layer/leguan-2> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [26] PGZ. MS-20 „DAGLEZJA” mobile bridge. <https://obrum.pl/en/oferta/ms-20-2/> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [27] Bumar labedy. Bridge MS-20 „DAGLEZJA”. <https://bumar.gliwice.pl/en/strefa-militarna/o/most-ms-20-daglezja> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [28] MS-20 Daglezja Towed Support Mobile Bridge. <https://www.army-technology.com/projects/ms-20-daglezja-towed-support-mobile-bridge/> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [29] https://x.com/Danny_elMayor/status/1802751146257231956/photo/1 (Letöltve: 2025.11.23.)
- [30] Bridge MS-20 „DAGLEZJA”. <https://bumar.gliwice.pl/en/strefa-militarna/o/most-ms-20-daglezja> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [31] PMM-2M - ferry-bridge machine. Deployment. <https://en.topwar.ru/75704-pmm-2m-paromno-mostovaya-mashina-razvertyvanie.html> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [32] Engineering technology developed KBTM adopted for the supply of armed forces. <https://en.topwar.ru/39342-inzhenernaya-tehnika-razrabotki-kbtm-prinyata-na-snabzhenie-vooruzhennyh-sil.html> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [33] PMM-2 Russian Self-Propelled Amphibious Floating Bridging and Ferry System. <https://odin.tradoc.army.mil/WEG/Asset/b6b7c9b15a3d707d776aa36d5db9c5b7> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [34] Russia has deployed PMM-2M amphibious bridging ferry in Syria. <https://www.armyrecognition.com/archives/archives-land-defense/land-defense-2017/russia-has-deployed-pmm-2m-amphibious-bridging-ferry-in-syria> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [35] PMM-2M - ferry-bridge machine. <https://en.topwar.ru/75704-pmm-2m-paromno-mostovaya-mashina-razvertyvanie.html> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [36] Across the rivers and ravines. <https://en.topwar.ru/101714-cherez-reaki-i-ovragi.html> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [37] <https://www.fnss.com.tr/fr/des-produits/otter-systeme-amphibie-de-passage-de-coupures-deau/otter-systeme-amphibie-de-passage-de-coupures-deau-photos> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [38] M3. <https://www.gdels.com/en/products/bridge-systems/m3> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [39] M3 amphibious bridging vehicle. <https://www.army.mod.uk/learn-and-explore/equipment/engineering-equipment/m3-amphibious-bridging-vehicle/> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [40] M3 Amphibious Bridging Vehicle. <https://www.army-technology.com/projects/m3amphibiousbridging/> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [41] OTTER Rapid Deployable Amphibious Wet Gap Crossing System. <https://www.fnss.com.tr/en/products/otter-rapid-deployable-amphibious-wet-gap-crossing-system> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [42] FNSS from Turkey to contribute to South Korean Armoured Amphibious Assault Bridge program. https://www.armyrecognition.com/archives/archives-land-defense/land-defense-2019/fnss-from-turkey-to-contribute-south-korean-armoured-amphibious-assault-bridge-program#google_vignette (Letöltve: 2025.11.23.)
- [43] Daily Sabah. Locally developed amphibious crossing system to be exported to South Korea. <https://www.dailysabah.com/defense/2019/05/06/locally-developed-amphibious-crossing-system-to-be-exported-to-south-korea/amp> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [44] Kushnikov, Vadim. The Netherlands will transfer M3 Amphibious Rig bridging vehicles to Ukraine. <https://mil.in.ua/en/news/the-netherlands-will-transfer-m3-amphibious-rig-bridging-vehicles-to-ukraine/> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [45] A tudás lámpája. Az ukrán hadsereg M3-as kételtű járművel kel át a folyón. <https://www.youtube.com/watch?v=771QhxOWAsY> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [46] Pontoon Park PP-91. <https://en.topwar.ru/81847-pontonny-park-pp-91.html> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [47] PMP pontonhíd. https://hu.wikipedia.org/wiki/PMP_pontonh%C3%ADd (Letöltve: 2025.11.23.)
- [48] CEFA honlap. <https://www.cefa.fr/> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [49] Motorized Floating Bridge (PFM). <https://cnim-systemes-industriels.com/en/businesses/defense-and-security/motorized-floating-bridge-pfm> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [50] SRB Bridge. Steel ribbon bridge. <https://www.cefa.fr/wp-content/uploads/2024/02/SRB.pdf> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [51] Motorized Floating Bridge (PFM). <https://cnim-systemes-industriels.com/en/businesses/defense-and-security/motorized-floating-bridge-pfm> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [52] IRB. <https://www.gdels.com/en/products/bridge-systems/irb> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [53] Improved Ribbon Bridge (IRB). <https://www.army-technology.com/projects/improved-ribbon-bridge-irb/> (Letöltve: 2025.11.23.)
- [54] Seck, Hope Hodge: The Army Is Pushing the Limits of Bridging Ops as Ukraine's Fight Spotlights River Crossings. 2022.07.25. <https://www.military.com/daily-news/2022/07/25/army-pushing-limits-of-bridging-ops-ukraines-fight-spotlights-river-crossings.html> (Letöltve: 2025.11.23.)



1. ÁBRA. TOSz-1A nehézlángszóró-rendszerek bevetése egy orosz hadgyakorlaton (Fotó: Vitalij Kuzmin / Wikimedia)

OCSKAY ISTVÁN*

A TERMOBÁRIKUS HATÁS ÉS AZ AZON ALAPULÓ FEGYVEREK TÖRTÉNETE

IV. RÉSZ

* Ezredes, PhD, katonai szakíró. ORCID: 0000-0003-0279-8215

A cikksorozat előző részeiben megismerhettük a termobárikus hatással kapcsolatos fogalmakat és az ilyen elven működő különféle fegyvereket a kézigránattól a legnagyobb ejtőlőszerekig. Ebben a fejezetben a termobárikus eszközök egyik legjellegzetesebb, legikonikusabb tagját, a szovjet/orosz TOSz fegyverrendszert és annak fejlesztési szakaszait vizsgáljuk.

TOSZ-1 NEHÉZLÁNGSZÓRÓ-RENDSZER

A szovjet/orosz fejlesztésű TOSz-1 Buratyino (Pinokkió)¹ egy 220 mm-es rakétákat alkalmazó nehézlángszóró-rendszer, amely a sorozatvetőkhöz való hasonlósága ellenére nem alkalmas repesztöltettel rendelkező rakéták indítására. Ennek megfelelően nem a tüzérséghez, hanem – a kézi lángszórókhöz hasonlóan – a vegyvédelmi csapatok hadrendjébe tartozik. (2. ábra) Mint azt korábban említettem már, az eszközzel a legelső tesztek még az 1970-es években végeztek, melyek nagyon meggyőzőek voltak a szovjet katonai vezetés részére. A Szovjetunió Védelmi Minisztériumának vegyi csapatait akkor Vlagyimir Pikalov vezérőrnagy vezette, akinek javaslatára 1971-ben elindult egy ígéretes komplexum tervezése, amely a „634-es objektum” munkanevet kapta. Mivel az első rakéták maximális hatótávolsága nagyon alacsony, csupán 3–3,5 km volt, ezért mindenképpen egy páncélozott harcjárművet kellett keresni a 30 darab rakéta hordozására és indítására alkalmas rakétatömb szállítóeszközeként, ami az akkor rendszerbe kerülő T-72 típusú harckocsi lett. [1][2]

A harckocsi hordozóvázának kiválasztását az is indokolta, hogy a rakéták szállítását és indítását biztosító szállító-indító állvány rakétákkal együtt jelentős tömeget képviselt, így végül az egész komplexum 46 tonnát nyomott. Bár az első elkészült harcjármű több éles teszten is részt

1. TÁBLÁZAT. A nehéz lángszórók által alkalmazott rakéták paraméterei (A szerző szerkesztése [6] alapján)

Rakéta típusjele	MO.1.01.04	MO.1.01.04M	MO.1.01.04M.OП
Alkalmazott harcjármű	TOSz-1	TOSz-1A	TOSz-1A
Átmérő [mm]	220	220	220
Tömeg [kg]	173	217	204
Hossz [mm]	3300	3723	3723
Max. lőtávolság [m]	2800	6000	6700
Min. lőtávolság [m]	400–600	–	600
Min. lőtávolság területcélra [m]	–	1600	1600
Min. lőtávolság függőleges célra [m]	–	600	–
Működési hőmérséklet-tartomány [°C]	-30-tól +50-ig	-40-tól +50-ig	-30-tól +50-ig

¹ TOSZ: (ТОС – Тызсолaja Огньемjотнаja Сзисзтьема); a Pinokkió nevet vélhetően a rakéták elején 150–200 mm-re túlnyúló gyújtójáról kapta az eszköz.

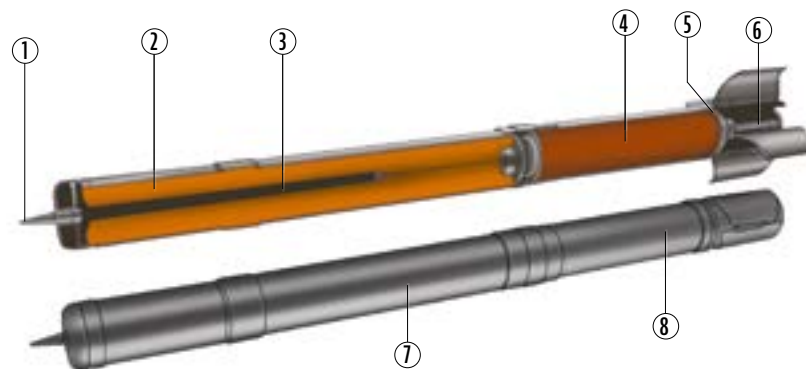


vett Afganisztán hegyei között és beváltotta a rendszerhez fűzött reményeket, a Szovjetunió felbomlását követő súlyos recesszió miatt rendszeresítésük egészen 1999-ig elhúzódott. Az első eszközök a Sugár-, Vegyi- és Biológiai Védelmi Erők (Vojszka Radiacionnoj, Himicszeszkoj i Biologicszeszkoj Zasciti) hadrendjébe kerültek, és jelenleg is ott állnak szolgálatban. A TOSz-1 először 1999 júniusában, a harmadik nemzetközi „Omszk '99” haditechnikai kiállításon került a nyilvánosság elé. A Poljot repülőgépipari egysülés területén rendezett kiállításon bemutató gyakorlatokat és lövérbákat tartottak Sztvetlij település tesztpályáján.

Az 1994–95-ös első csecsen háború során az oroszokat meglepte, hogy a csecsenek milyen kifinomultan használják a gyalogság és járművek elleni aknákat. 1999 végén kezdődött a főváros, Groznij ostroma, amelyet a csecsen erők erősen aláaknáztak. A TOSz-1 ekkor tudta megmutatni képességét, mind az elaknásított területek aknamentesítése, mind a beépített területen megbúvó ellenséges élőerő pusztításában. Egy sortűz alkalmazásával akár 200 m széles, 400 m mély területet tudott megtisztítani az eszköz. Az 1999. decemberi bevetése során a csecsenek azonosíthatatlan típusú vegyi fegyverről nyilatkoztak, amely a szemtanúk szerint szokatlanul sárga lángokat keltett. A hadművelet folyamán több mint 200 ember szenvedett különböző fokú égési sérüléseket. Ez annak lehetett a következménye, hogy az üzemanyag-levegő aeroszol nem detonált megfelelően, és robbanás helyett csak lángfelhő keletkezett.

A háromfős kezelőállomány a harcjármű belsejében foglal helyet, ahol páncélvédelem alatt hajthatja végre a rakéták irányítását és a célhelyesbítést. Erről egy speciális tűzvezető rendszer gondoskodik, amely magába foglal egy optikai irányzó távcsövet, egy lézeres távolságmérőt, dőlésérzékelőket és egy elektronikus ballisztikai számítógépet. A lézeres távolságmérő segítségével a céltól való távolságot 10 m-es pontossággal lehet meghatározni. A különféle érzékelőktől érkező adatok automatikusan bekerülnek a ballisztikai számítógépbe, amely kiszámítja az indítóállvány szükséges meredekségét. Bár az egész rakétaindító asztal egy körben forgatható állványon helyezkedik el, a rakéták indítását mindig a menetirány szerint kell végrehajtani. A rakéták indulásával járó hatások csökkentése érdekében a TOSz-1 még rendelkezett a harcjármű két hátsó sarkába épített – hidraulikusan lehajtható – támasztólábakkal, amelyek a későbbi modellekről már hiányoznak. [3]

A TOSz-1 típusú harcjármű menetkészen 6,86 m hosszú, 3,46 m széles és 2,6 m magas, 60–65 km/h maximális sebességre képes akár terepen is, a hatótávolsága 550 km. A TOSz-1-en alkalmazott nem irányítható rakéták viszonylag egyszerű eszközök voltak, ahol a rakéta elején helyezkedett el a csapódógyújtó, amit a termobárikus elegyet tartalmazó tartály, majd a szilárd hajtóanyagú rakétahajtómű követett. A rakéták tömege darabonként 175 kg, amelyből egy 30 darabos sorozatot 7,5 másodperc alatt lehet kilőni. Bár a rakéták nem irányíthatók, szórásuk 10 méteren belüli. A nagy tömegű rakéták betöltését egy KrAZ-255B típusú tehergépkocsra telepített daruval lehet megoldani, amely egyben egy javadalmazásnyi rakéta szállítást is végzi. [4] (3. ábra) A TOSz-1 rendszerből az orosz hadsereg mindösszesen 24 db komplexumot rendszeresített.



TOSz-1A

A TOSz-1A Szolncep-jok (magyarul: „perzselő napsütés”) típusú nehézlángszóró-rendszer a TOSz-1 alapján – annak hiányosságainak kiküszöbölésére – készült, és 2000-tól állt szolgálatba az Orosz Föderáció szárazföldi erőinél. A TOSz-1-gyel nyert tapasztalatok alapján korszerűsített rendszerben 30-ról 24 darabra csökkent a termobárikus rakéták indítására szolgáló rakétaindító állvány kapacitása, gyakorlatilag eltávolították a korábbi eszköz felső sorában lévő 6 db indítócsövet. Az időközben végrehajtott módosításoknak köszönhetően a rakéták hosszának növelésével (igaz, azok tömege is megnőtt) a hatótávolságuk megduplázódott és elérte a 6 km-t. (1. táblázat) Ezzel együtt korszerűsödött a rakéták termobárikus töltetének a hatékonysága, a TOSz-1-nél 30 db rakéta alkalmazásával tudták biztosítani a 40 000 m² nagyságú terület pusztítását, amit a TOSz-1A már 24 rakétával is meg tud oldani. Mivel kevesebb rakétával is el lehet érni megfelelő pusztítási hatást, a korábbi 7,5 másodperc helyett már 6 másodperc is elegendő a 24 rakéta indítására, amely csökkenti a harcjármű ellenséges tűznek való kitettségeinek idejét.

A megnövekedett hatótávolság miatt változtatni kellett a tűzvezető rendszeren, így a harcjármű megkapta a GLONASSz-alapú műholdas navigációs rendszert, amit egy inerciális navigációs rendszerrel is kiegészítettek. Ezen

2. ÁBRA. TOSz-1 nehéz lányszóró által alkalmazott MO.1.01.04 típusú rakéta felépítése:

1. csapódógyújtó;
2. termobárikus üzemanyagkeverék;
3. gyorsítótöltet;
4. rakéta-hajtóanyag;
5. érintőgyújtó;
6. elektromos gyújtó;
7. termobárikus rész;
8. rakétahajtómű [2]

3. ÁBRA. TOSz-1 nehéz lányszóró töltése KrAZ-255B TZM szállító-rakodó járművel Afganisztánban [3]





4. ÁBRA. TOSz-1A nehéz lángrészóró töltése TzM-T páncélozott szállító-töltő járművel [6]

felül ellátták önvédelmi fegyverekkel: egy RPKSZ-74 géppuska (1440 lőszer), egy AKSZ-74 gépkarabély (300 lőszer), három RPG-26 páncéltörő gránátvető és tíz F-1 kézigránát tartozik a javadalmazásába. Hordozójárműnek megtartották a jól bevált T-72-es harckocsi hordozóvázát, ugyanakkor már készűl a T-90 platformra épített változata is. A csecsenföldi tapasztalatok alapján a tartalékrakéták szállítását és átrakását, töltését végző járművet már nem egy teherautóra,² hanem – az indítóállványokhoz hasonlóan – a T-72 harckocsi hordozóvázára fejlesztették ki TzM-T (transzportno-zarjajsajucsaja masina – szállító-töltő gépjármű) néven. A szállító-átrakó jármű egyszerre egy javadalmazás (24 db) rakéta szállítására alkalmas, melyen a szállított rakétákat páncélozott tárolóládákban helyezik el. A rakéták be- és kirakodása, valamint a TOSz-1A harcjármű töltése és ürítése egy speciális, 1 tonna emelőképesű, hidraulikusdaru-manipulátor segítségével történik. A teljes javadalmazás rakéta betöltése 24 perc alatt végezhető el. A TOSz-1A komplexum kiszolgálásához 2 db TzM-T harcjárművet rendszeresítettek. (4. ábra)

Az első TOSz-1A harcjárműveket 2017-től kezdve szállították le az orosz hadsereg vegyvédelmi csapatai részére.

A TOSz-1A műszaki jellemzői más országok figyelmét is felkeltették; az orosz hadsereg mellett további nyolc ország vásárolt ebből a fegyverből, így már Algériában, Örményországban, Azerbajdzsánban, Tádzsikisztánban, Kazahsztánban, Irakban, Szíriában és Szaúd-Arábiában is szolgálatban állnak ezek az eszközök. Jóllehet Oroszország a fegyver legnagyobb alkalmazója, a teljes állományuk mindössze 50–60 TOSz-1A harcjárművet számlál. Az orosz–ukrán háborúban Oroszország háború előtti, 48 db rendszerből álló becsült állományának csak egy részét vetették be. Ezek közül az ukrán erőknél – a rendelkezésre álló jelentések alapján – körülbelül 15-öt sikerült megrongálniuk, elfogniuk vagy megsemmisíteniük. [3][4][5][6]

TOSz-2

Bár a TOSz-1A harcjármű teljes mértékben beváltotta a hozzá fűzött reményeket, már 2018-ban felmerült annak az igénye, hogy – hasonlóan a sorozatvető rendszerekhez – ezeket a termobárikus rakétákat is fel lehetne szerelni valamilyen mobilabb, kerek hordozóvázra. A TOSz-1A szíriai alkalmazása is arra mutatott rá, hogy sivatagi körülmények között nagyobb terepjáró képességgel rendelkezik egy kerek eszköz, mint egy lánctalpas. Ennek eredményeként jött létre a TOSz-2 „Toszocska”,³ amelyet 2020. június 25-én mutatták be először a nagyközönségnek a moszkvai Vörös téren, a győzelem napjának 75. évfordulóján tartott felvonuláson. A TOSz-2 is ugyanazokat a rakétákat alkalmazza, mint nagyobb elődei, de részére – szintén a 220 mm-es átmérővel – kifejlesztettek új, nagyobb hatótávolságú rakétákat is. Az új fejlesztésű rakéták hatótávolsága egészen 10 km-ig növekedett. A kerek alváza történő átszerelésnek egyik negatív hatása volt, hogy mérsékelni kellett a hordozott tömeg nagyságát. Ezt úgy érték el, hogy az indítócsövek számát tovább csökkentették, így már csupán 18 darab cső található az indítóblokkban, három sorban elrendezve. Elődjével ellentétben, a TOSz-2-t egy URAL-63704-0010 típusú páncélozott fülkésű, 6×6 kerékképletű terepjáró tehergépjármű hordozóvázára építették. A TOSz-2 irányzása, tűzkiváltása



5. ÁBRA. TOSz-2 nehéz lángrészóró töltése saját beépített hidraulikus daruja segítségével [8]

² Ebbe az is közrejátszhatott, hogy a KrAZ gyár a Szovjetunió felbomlását követően Ukrajnában maradt.

³ Elnevezése az alaptípus nevének becézó jellegű, kicsinyítőképzős alakja: „kis TOSz”.

és tűzvezetése teljesen automatizált, felhasználja a műholdas felderítéstől és a felderítődrónoktól kapott jeleket is. Mivel a harcjármű rendelkezik saját darumanipulátorral, így a komplexum nem igényel szállító-rakodó járművet. A TOSz-2 a szükséges rakétákat akár egy közönséges teherautóról is fel tudja magának rakodni a kezelőszemélyzet segítségével. (5. ábra)

A TOSz-2 ugyanazokat a nem irányítható rakétákat is alkalmazhatja, mint elődei, így a rövidebb (173 kg tömegű) MO.1.01.04. vagy a hosszabb (217 kg tömegű) MO.1.01.04M típusú, 6 km lőtávolságú termobár vagy gyújtó harci résszel szerelt rakétákat. 2020-ban kifejlesztették a TOSz-2-höz az MO.1.01.04M2 típusú rakétát, amely már egy nehezebb termobár robbanófejjel és nagyobb, akár 10 km-es hatótávolsággal rendelkezik. Ez lehetővé teszi, hogy a rendszer a modern páncéltörő irányítható rakétarendszerek hatótávolságán kívülről is működtethető legyen. A TOSz-2 nehézlángszóró-rendszer 2023 tavaszán állt az orosz haderő szolgálatába, és már több sikeres háborús bevetést is teljesített.

A TOSz-2 jármű kétsoros, páncélozott vezetőfülkéjében 5 fős személyzet foglal helyet. A páncélozása alacsonyabb szintű, mint lánctalpas elődei, azonban a mozgékonyasága jelentősen jobb. Közúton a sebessége elérheti a 100 km/h-t, míg a hatótávolsága az 1000 km-t. Terepen – a terep jellemzőitől függően – azonban a terepjárási mutatója elmarad a lánctalpas hordozóvázval ellátott nagyobb változataitól. A TOSz-2 nehéz lánctalpas megállástól számított 90 másodpercen belül képes megkezdeni a rakéták indítását, amely mindössze 5 másodpercig tart, majd a művelet befejeztével egy percen belül el tudja hagyni a tüzelőállását. [7][8]

TOSz-3

Felhasználva az orosz–ukrán háború tapasztalatait, 2023-ban megkezdődtek a munkálatai egy fejlettebb, jelentősen nagyobb hatótávolságú termobárikus rakétákat alkalmazó platformnak, ez lett a TOSz-3 Dragon, amelyet 2024 júliusában mutattak be a nagyközönségnek. A harcjárművel kapcsolatban még nem elérhető minden adat, de az látható, hogy tovább csökkent – most már 15-re – az indítócsövek száma. Ez annak is köszönhető, hogy a korábbi 24 vagy 18 darabos mennyiségből egyszerre nem indítottak el minden rakétát a kezelők, azonban ezzel lehetőséget teremtettek arra, hogy az ellenséges FPV-drónokkal leküzd-hessék azokat. Másrészt a jelenlegi harcászati elvekben is az szerepel, hogy 8–10 másodpercnél tovább ne álljon meg egyik tüzéségi eszköz sem, mert azonnal bemérik a helyzetét, és ellentűzet vezetnek rá. Amennyiben a 24 db rakéta elindítására korábban elég volt 6 másodperc, a 15 rakétát már 3–4 másodperc alatt el lehet indítani, és már mehet is a jármű a töltési pontra, így mire az ellenség válaszcápa-sai megérkeznek, már elhagyta a harcjármű a tüzelőállását. Az újonnan kifejlesztett TBSz-3M típusú rakéták hatótávolsága elérheti a 15 km-t is, és nőtt az egy sorozattal rombolható terület nagysága, ami így eléri a 60 000 m²-t. Mivel a nagyobb hatótávolsághoz hosszabb rakétákra lett volna szükség, ami ismételt tömegnövekedéssel járt volna, ezért a tervezők kénytelenek voltak visszatérni a lánctalpas hordozóvázhoz. Ennek megfelelően a TOSz-3 is vissza-



került a T-72 harckocsi hordozóvázára. A háború tapasztalatait beépítve a gyártásba, az indítócsövek tömbjét már gyárilag körbevétték az FPV- és kamikazedrónok elleni védelmet szolgáló rácsokkal. [9] (6. ábra)

- A TOSz lánctalpas rendszerekhez rendszeresített rakéták közös jellemzője, hogy mindegyik megtartotta a 220 mm-es átmérőt, de hosszuk, tömegük változott. Azonban a csereszabatoság miatt a modernebb eszközökkel is ki lehet löni a korábbi fejlesztésű rakétákat. [6]
- Az MO.1.01.04 típusú termobárikus töltetű rakétát a TOSz-1-hez fejlesztették ki, tömege 173 kg, hossza 3,3 m, maximális lőtávolsága 2800 m.
- Az MO.1.01.04M típusú termobárikus töltetű rakétát a TOSz-1A-hoz készítették, tömege 217 kg, hossza 3,723 m, maximális lőtávolsága 6000 m.
- Az MO.1.01.04M-OP típusú termobárikus töltetű rakéta az export kivitelű TOSz-1A-hoz készült, tömege 204 kg, hossza 3,723 m, maximális hatótávolsága 6700 m.
- Mindhárom rakéta egységesen az MRV-U1 típusú gyűjtővel van ellátva.

SLU-FAE

Bár nem annyira ismert, de az amerikai hadsereg is foglalkozott – igaz csak kísérleti jelleggel – nem irányítható termobárikus töltettel rendelkező rakéták aknameztési feladatra történő alkalmazásával. Ez volt a SLU-FAE (Surface Launched Unit Fuel Air Explosive – földi indítású egység üzemanyag-levegő robbanóanyaghoz) projekt. A NATO és a Varsói Szerződés között zajló hidegháborús szembenállás idején mindkét fél az aknamezők széles körű alkalmazását tervezte az ellenséges mozgások és támadások akadályozására. Az a fél, amelyik a leggyorsabban és

6. ÁBRA. TOSz-3 nehézlángszóró-rendszer bemutatója, háttérben egy TOSz-2 típusú harcjármű [10]



7. ÁBRA. Az amerikai SLU-FAE projektben kifejlesztett, termobárikus rakétákat alkalmazó átjárányító rakétarendszer indító harcjárműve [11]

leghatékonyabban tudta megtisztítani az utat az ellenség aknamezőn keresztül, nyilvánvalóan jelentős előnyre tehetett volna szert egy háborúban. A korai kutatási munkákat a FAE (Fuel Air Explosive – üzemanyag-levegő robbanóanyag) technológia fegyverre alakításával kapcsolatban az amerikai haditengerészet végezte az 1960-as évek elején a kaliforniai China Lake Naval Weapons Center-nél. Az 1970-es évek közepére a kutatások eléggé előrehaladtak ahhoz, hogy a FAE-technológia alapján két elsődleges fegyverrendszert fejlesszenek ki. Elkészült a Surface Launched Unit (SLU-FAE) egy földi indítású rendszer, amelyet az amerikai hadsereg rakéta parancsnokságával (U.S. Army Missile Command – MICOM) közösen fejlesztettek ki, és egy légi úton szállított fegyver, a CBU-55/72-es légibomba.

A SLU-FAE rendszer egyetlen óriási, nyolcszögletű indítóállványból állt, amely 30 darab 345 mm átmérőjű indítócsővel rendelkezett. (7. ábra) Ezekből a csövekből a rakéták 1,0 – 9,7 másodperces időközönként, egyenként vagy hullámszerűen voltak indíthatók. Az egész rendszer mind a 30 rakétát képes volt egymás után indítani, amivel egy 8 m széles, 900 m hosszú útvonal megtisztítására volt lehetőség. Az indítóállvány részére egy megfelelő szárazföldi járművet kellett találni, amely az M548-as lánctalpas teherszállító jármű lett. Ebben az is közrejátszott, hogy

akkortájt vonták ki az M752 Lance rakétahordozót a rendszerből. Az XM130 SLU-FAE egy 2,55 m hosszú, 345 mm átmérőjű, 84,8 kg tömegű, nem irányítható rakéta volt, amely XM750 típusú, lassú működésű gyújtóval volt felszerelve. A rakéta hajtóművét egy 127 mm-es Zuni nem irányítható repülőgépfedelzeti rakétától vették kölcsön, amely a járműre szerelt csőből maximum 1000 m-es hatótávolságig juttatta ki a termobár töltetet. A cél fölött a rakétát a farokrészben lévő fékezőernyő lelassította, majd a 45 kg propilén-oxid robbanóanyagból álló főtöltetet a cél fölött 3,7 m × 16,5 m méretű felhőt képezve felrobbantották. A szétterjedő üzemanyag-levegő keveréket ezt követően 0,015 másodperc késleltetéssel begyűjtötták, hatalmas robbanást és túlnyomást okozva a cél felett, amely így – tervezetten – felrobbantotta az esetleges aknákat. Azonban kifejezetten fagyott vagy olvadó talajban az aknák nem mindegyike robbant fel, és a termobárikus robbanás nem tüntette el a szögesdrót akadályokat sem. Ezért – bármennyire is hatásosnak mutatkoztak a kísérletek a járművek és az élőerő pusztítására – a program az eredeti célját nem érte el, így törölték. Az aknamezők felszámolására más megoldás után kezdtek kutatni, így jött létre később a nyújtott töltettel működő MICLIC-rendszer (Mine Clearing Line Charge – aknamentesítő nyújtott töltet). [12]

ZÁRSZÓ

Összefoglalásként elmondható, hogy a termobárikus fegyverek katonai szempontból különösen alkalmasak az épületekben és kemény vagy mélyen beásott föld alatti építményekben, illetve lakott területeken és városi környezetben található katonai célpontok ellen. A termobárikus robbanás által létrehozott fokozott nyomás és hőhatás – különösen zárt terekben – pusztító erejű, és nehezen kezelhető súlyos sérüléseket okoz. Így mindennemű tiltási javaslat ellenére az alkalmazó országok tovább használják azokat, mivel a termobárikus fegyverek olyan egyedülálló katonai előnyt nyújtanak, amelyet a rendelkezésre álló alternatív fegyverek nem tudnak biztosítani. A fejlődés ezen a téren sem áll meg, már az orosz–ukrán háborúban nagy mennyiségben használt orosz csapásmérő drónnak, a Geran-2-nek is létezik termobárikus harci résszel szerelt változata. ■

HIVATKOZÁSOK

- [1] TOS-1 system. GlobalSecurity.org <https://www.globalsecurity.org/military/world/russia/tos-1.htm> (Letöltve: 2025.03.03.)
- [2] Russia Increases TOS-1A MLRS Production. TurDef, 2024.04.21., <https://turdef.com/article/russia-increases-tos-1a-mlrs-production> (Letöltve: 2025.03.03.)
- [3] История «Буратино», Тяжелая огнемётная система ТОС, <https://btvt.info/inservice/tos1a.htm> (Letöltve: 2025.03.03.)
- [4] Огненный ад для врага: ТОС «Буратино», «Солищепёк» и «Тосочка», <https://vz.ru/information/2024/2/14/1253611.html>
- [5] TOS-1A Solntsepek (Sun) 220mm MRL. GlobalSecurity.org <https://www.globalsecurity.org/military/world/russia/tos-1a.htm> (Letöltve: 2025.03.03.)
- [6] Gurov, S.V.: Тяжёлая огнемётная система ТОС-1А. [missilery.info, https://missilery.info/missile/tos-1a](https://missilery.info/missile/tos-1a) (Letöltve: 2025.03.04.)
- [7] TOS-2 Tosochka [Socks] 220mm MRL <https://www.globalsecurity.org/military/world/russia/tos-2.htm> (Letöltve: 2025.03.04.)
- [8] TOC-2. Weapons Parade, 2022.02. <https://weaponsparade.com/tos-2-tosochka-gallery/> (Letöltve: 2025.03.04.)
- [9] Плеханов, А.: Новый страх ВСУ: огнемётная система ТОС-3. 2024.05.07. «Дракон» <https://news.ru/russia/novyy-strah-vsu-ognemetnaya-sistema-tos-3-dragon/> (Letöltve: 2025.03.04.)
- [10] ТОС-3 «Дракон». 2024.06.05., <https://podolyaka.ru/tos-3-dragon/> (Letöltve: 2025.03.04.)
- [11] Ryabov, Kirill: Mine Clearance Installation M130 SLUFAE (USA), 2018.03.25. <https://en.topwar.ru/138362-ustanovka-razminirovaniya-m130-slufae-ssha.html> (Letöltve: 2025.03.04.)
- [12] Hills, A.: Cargo Carrier M548 with Surface-Launched Unit, Fuel Air Explosive (SLUFAE) 2019.01.26. <https://tanks-encyclopedia.com/coldwar-us-cargo-carrier-m548-with-surface-launched-unit-fuel-air-explosive-slufae/> (Letöltve: 2025.03.04.)

1. ÁBRA. Sugárfelderítés egy
CBRN-EOD gyakorlat során
(A szerző felvétele)

MARÁZ VIVIEN*

AZ ABV-VÉDELMI ÉS TŰZSZERÉSZ ERŐK EGYÜTTMŰKÖDÉSE SZEGÉNYÍTETTURÁN- LŐSZEREK ALKALMAZÁSA ESETÉN

Összefoglalás: A modern hadviselésben, a háborúk komplex és kiszámíthatatlan körülményei között egyre sürgetőbbé válik a CBRN- (ABV-) védelmi és az EOD- (tűzszerész) szakterületek szoros együttműködése. A harctéren ugyanis nem csupán konvencionális robbanóanyagokkal, hanem különböző, nem hagyományos fenyegetésekkel is számolni kell. A tanulmány elsősorban a szegényítetturán-lőszerek sajátosságait és ezek kapcsán a CBRN- és EOD-tevékenység közötti szinergia fontosságát vizsgálja, miközben a szerző rávilágít arra, hogy a jövő hadviselésében a többdimenziós fenyegetések kezelése már nem a különálló szakterületek feladata, hanem integrált megközelítést, valós idejű információmegosztást és szoros operatív együttműködést követel meg.

Kulcsszavak: szegényített urán, CBRN, EOD, fenyegetéskezelés, hadviselés

Abstract: In modern warfare, under the complex and unpredictable conditions of armed conflicts, the close cooperation between CBRN (Chemical, Biological, Radiological, Nuclear) defence and EOD (Explosive Ordnance Disposal) capabilities has become increasingly urgent. On the battlefield, forces face not only conventional explosives but also a variety of unconventional threats. This study examines the characteristics of depleted uranium munitions and, in this context, the importance of synergy between CBRN and EOD operations. The aim is to highlight that in future warfare, addressing multidimensional threats will no longer fall within the remit of distinct specialities, but will require an integrated approach, real-time information sharing, and close operational cooperation.

Keywords: depleted uranium, CBRN, EOD, threat management, warfare

BEVEZETÉS

A 21. századi hadviselésben a gyorsan változó és gyakran kiszámíthatatlan harctéri körülmények fokozottan megkövetelik a CBRN- (Chemical, Biological, Radiological, Nuclear: vegyi-, biológiai, sugárzás- és atom-) védelem és az EOD- (Explosive Ordnance Disposal: tűzszerész-) feladatok összehangolt végrehajtását. A műveleti térben a hagyományos robbanóanyagok mellett egyre nagyobb jelentőséggel bírnak a nem hagyományos, sokszor előre nem látható fenyegetések is, amelyek kezelése integrált megközelítést igényel. Ennek az együttműködésnek a fontossága már a korábbi konfliktusok, így az öbölháború, a koszovói válság, valamint az iraki és afganisztáni hadműveletek során is világosan körvonalazódott. Jelen-tősége azonban a 2022-ben kirobbant orosz–ukrán háború

kapcsán vált ismét különösen aktuálissá. Ebben a rendkívül összetett környezetben a szegényítetturán-alapú (Depleted Uranium – DU) lőszerek különös figyelmet érdemelnek, mivel alkalmazásuk egyszerre biztosít rendkívüli páncéltörő képességet, ugyanakkor hosszú távú radiológiai, valamint toxikológiai kockázatot is hordoznak.

Az uránércet a világ legjelentősebb lelőhelyeiről bányásszák, többek között az Egyesült Államokban, Kana-dában, Ausztráliában, Dél-Afrikában, Kazahsztánban és Oroszországban, és ez képezi a dúsított és szegényített urán előállításának alapját. Az ércekből vegyi eljárásokkal úgynevezett yellow cake¹-et állítanak elő. Ezt követően gázalmazállapotban alakítják, amely alkalmassá válik a dúsítási folyamatokra. A dúsítás során növelik a hasadó ²³⁵U-izotóptartalmat, ami lehetővé teszi nukleáris célokra

* Törzsőrmester, MH
Sodró László 102.
Vegyiharc Ezred,
Hadműveleti Értékelő
Osztály, Kidalgozó
Altiszt. ORCID:
0009-0007-2236-6096

¹ Yellow cake: „sárga torta”, az uránércből vegyi úton kinyert és feldolgozott, sárgás színű por, melyet tovább finomítanak a dúsításhoz.





2. ÁBRA.
Az M829-es
lőszercsalád

való felhasználását. A dúsítás mellékterméke az alacsony ^{235}U -tartalmú szegényített urán, amelyet további vegyi és fizikai folyamatokkal fém formájában dolgoznak fel. Ez a végtermék képezi a katonai alkalmazású szegényített urán-lőszerek alapanyagát. [1; 3–4.]

Az amerikai Nukleáris Biztonsági Hatóság² (Nuclear Regulatory Commission – NRC) a szegényített uránt olyan uránként határozza meg, amely kevesebb mint 0,711 tömegszázalék ^{235}U -t tartalmaz. [2] Az 1950-es évektől kezdve az amerikai Védelmi Minisztérium³ (Department of Defense – DoD) érdeklődése egyre inkább ráirányult a szegényített uránra, elsősorban különleges tulajdonsága miatt, melyet a nehézfém magas sűrűsége és az önéleződő⁴ képessége ad. Ezzel ugyanis a páncélatörő hatását növelésért biztositották, így ez stratégiai előnyt jelentett a hidegháborús korszak fegyverkezési versenyében. További felhasználási területei között említhetjük a repülőgépek ellensúlyait, a giroszkópokat is, ám mindezek alkalmazásánál kizárólag a nagy sűrűsége, mechanikai tulajdonságai és lőszerekben történő felhasználásánál a piroforicitása⁵ miatt, nem pedig a kémiai reaktivitásából fakadó előnyök okán használják.

SZEGÉNYÍTETTURÁN-TARTALMÚ LŐSZEREK ÉS ALKALMAZÁSUK A MODERN HADVISELÉSBEN

A szegényített uránnal ellátott páncéltörő lőszerek napjainkban is kiemelt szerepet töltenek be a modern harcjárművek elleni hatékony eszközök között. Az Egyesült Királyság által 2023-ban Ukrajnának adományozott Challenger 2

harckocsikhoz rendszeresített, szegényítetturán-maggal szerelt lőszerek stratégiai jelentőséggel bírnak. [3] A típus speciális lövegkialakítása nem kompatibilis más, 120 mm-es NATO-szabványú harckocsilőszerekkel, így alapos okkal feltételezhető ezek tényleges hadszíntéri alkalmazása. [4] Lényeges kiemelni, hogy a szegényítetturán-lőszerek nemcsak kilövésük során, hanem célba találáskor is jelentős kockázatot jelentenek, különösen harckocsik megsemmisítése esetén, amire Ukrajna területén is több alkalommal sor került. [5] A Challenger 2 harckocsi leszállítását követően Ukrajna amerikai gyártmányú M1 Abrams harckocsikat is kapott, amelyek szintén képesek szegényítetturán-maggal szerelt lőszerek alkalmazására, tovább növelve ezen fegyverrendszerek hadszíntéri relevanciáját.

A DU-lőszereknek rendkívüli a sűrűségük ($19,05 \text{ g/cm}^3$), ami megközelíti az aranyét és a volfrámét. Emellett kedvező mechanikai és ballisztikai tulajdonságokkal rendelkeznek. [6] Önmagukban gyengén radioaktívak – alacsony aktivitású alfa-sugárzó anyagok –, belélegezve vagy lenyelve viszont jelentős egészségügyi kockázatot hordoznak, főként a lövedék becsapódása utáni folyamatok lejátézdása miatt. Ezzel párhuzamosan a németek jelenleg olyan volfrámalapanyagú lőszereket gyártanak és fejlesztenek, amelyek kezelési szempontból biztonságosabbak, azonban átütőképességük elmarad a szegényített uránt tartalmazó lőszerek hatékonyságától, melyek hatásmechanizmusa nem csupán a kinetikai energia és a mechanikai rombolás révén érvényesül, hanem a becsapódás során keletkező hőhatás és a mikroszkopikus méretű aeroszol-részecskék képződése is kulcsszerepet játszik. Ütközéskor ugyanis a nagy sebességgel haladó szegényítetturán-lövedék az ekkor keletkező igen magas hőmérsékleten öngyulladásra képes, így a páncéltörő hatás mellett belső tüzet, illetve másodlagos szerkezeti károkat is képes okozni.

Ez a tulajdonság járul hozzá a környezet szennyezéséhez is. A lövedék szétporladó részecskéi átalakulnak különböző urán-oxidokká, amelyek mintegy 50%-a mikroszkopikus méretű szemcsék formájában ülepedik le a környezetben. Ezek a szilárd, finom por állapotú részecskék hosszú időn át megmaradnak a levegőben, illetve a talajon, ami jelentős egészségügyi kockázatot eredményez. Pontosan ezek a tulajdonságok vezettek a szegényítetturán-tartalmú lőszerek körüli nemzetközi vitához, hiszen bár alkalmazásuk katonai szempontból hatékonyak bizonyul, a hosszútávú környezeti és egészségügyi hatások miatt jelentős kihívásokat jelentenek mind katonai szempontból, mind a civil lakosság számára. [1; 95–96.]

Napjaink legismertebb szegényített uránnal ellátott lőszerei közé tartoznak az amerikai M829 sorozat különböző generációi, az M829A1, M829A2 vagy az M829A3, amint a 2. ábrán látható. Ez a lőszercsalád az úgynevezett APFSDS (Armor-Piercing, Fin-Stabilized, Discarding Sabot) kategóri-

² Nukleáris Biztonsági Hatóság: az Egyesült Államok Nukleáris Szabályozó Bizottságát (NRC) a Kongresszus hozta létre 1974-ben független ügynökségként, hogy biztosítsa a radioaktív anyagok biztonságos, polgári célú felhasználását, miközben védi az embereket és a környezetet.

³ Az Amerikai Egyesült Államok kormányának megbízására, ügyvezető minisztériumként közvetlenül koordinálja és felügyeli valamennyi érintett kormány szerv és az Egyesült Államok fegyveres erőit.

⁴ A lövedék nem fizikailag élesedik, hanem a deformáció során az áthatoláshoz ideális, kúpos vagy hegyes forma megmarad.

⁵ Piroforicitás: a piroforos anyag érintkezik az oxigénnel, felületén gyors oxidációs reakció indul el, amely hőt termel, és ha elég intenzív az anyag, magától begyullad.

ába tartozik, ami szárnystabilizált, űrméret alatti nyíllövedéket jelent. Ezen típusok esetében a lövedék hosszú, keskeny „nyíl” formájú, leváló köpenyű, páncéltörő. Működését tekintve nagy sebességgel hatol át a páncélzaton, miközben a becsapódás során keletkező hő és súrlódás révén a szegényítetturán-lövedék részben szétporlad, piroforicitása miatt meggyullad, így okozva további belső pusztítást a járműben. Az első generációt, az M829A1-et („Silver Bullet”) nagy számban vetették be az 1991-es öbölháborúban. Az amerikai M1A1 és M1A2 Abrams harckocsik 120 mm-es M256 sima csövű lövegéből lőtték ki azokat. [7; 12–16.]

A levegőben alkalmazott legismertebb példája a PGU-14/B API (Armor-Piercing Incendiary), ami a páncéltörő-gyújtó kategóriába tartozik. Célba juttató eszköze az A-10 Thunderbolt II csatarepülőgép, melyet kifejezetten földi páncélozott célok és megerősített állások elleni bevetésekre terveztek. A 30 mm-es, GAU-8/A Avenger típusú, hétcsövű, forgó rendszerű, beépített gépágyú perccenként 3900 lövés leadására képes. [8]

Az ICBUW (International Coalition to Ban Uranium Weapons: Nemzetközi Koalíció az Uránfegyverek Betiltásáért)⁶ 2022-es helyzetjelentése alapján a világ számos állama hadrendben tart, fejleszt vagy legalábbis raktároz szegényített uránt tartalmazó lőszereket. Bár hivatalos megerősítés nem áll rendelkezésre, feltételezhető, hogy Oroszország a BM46 (BM-46) Szvinyec-1 és Szvinyec-2 típusokat modernizálja és rendszeresíti. A brit hadsereg továbbra is alkalmazza a CHARM 1 és CHARM 3 típusú szegényítetturán-lövedékeket, míg Franciaország a Leclerc harckocsijához fejleszti az APFSDS-T típusú lőszert. Pakisztán Naiza típusú, 125 mm-es szegényítetturán-maggal rendelkező páncéltörő lőszerrei továbbra is hadrendben állnak, és számos más ország is visszaigazolta, hogy importáltak amerikai gyártmányú szegényítetturán-tartalmú lőszereket. Ugyanakkor ezek mennyiségéről, technikai állapotáról jelenleg pontos, nyilvánosan ellenőrizhető információk és adatok nem állnak a rendelkezésünkre, ezért a felsorolt országok és lőszertípusok listája nem tekinthető teljes körűnek. [9]

SZEGÉNYÍTETT URÁNNAL SZENNYEZETT HARCTÉRI KÖRNYEZET EGÉSZSÉGÜGYI ÉS SUGÁRVÉDELMI KIHÍVÁSAI

A szegényített urán alkalmazásából származó közvetlen és közvetett sugárterhelés⁷ kockázatai régóta generálnak vitákat a katonai, egészségügyi és környezetvédelmi szférában. Modellalapú vizsgálatok megállapították, hogy egy harctéri situációban, ahol szegényítetturán-tartalmú lőszereket nagy arányban alkalmaztak, az expozíció rövid idő alatt is jelentős lehet. Konkrét számítások alapján egyetlen szegényített uránt tartalmazó lőszerrel végrehajtott harcjármű-megsemmisítést követően, 15 perces behatás során, maximális 26 mg szegényítetturán-részecske⁸ belégzése esetén akár 4,8–9,6 mSv effektív dózisterhe-

lés⁹ is bekövetkezhet. Ilyen mértékű expozíció elsősorban zárt térben végzett művelet során fordulhat elő. Amennyiben több lőszert alkalmaznak, a dózisterhelés arányosan növekszik és potenciálisan többszörös értékeket is elérhet. [10] Ez már meghaladja a természetes háttérsugárzás¹⁰ sokszorosát. Összehasonlításképpen: Magyarországon a civil lakosságra vonatkozó éves dóziskorlát 1 mSv, míg a sugárzásnak kitett foglalkozások esetén az öt év alatt elszennvedhető összdózis 100 mSv, ami évi átlagban 20 mSv-nek felel meg, ugyanakkor egyetlen évben sem haladhatja meg az 50 mSv-et. [11] Amennyiben nem közvetlenül érintkezünk a szegényítetturán-tartalmú lőszerrel, a környezetbe jutó mennyiség és az ebből adódó sugárterhelés nagyságrendekkel alacsonyabb lesz, bár így sem elhanyagolható.

Külön kockázati tényezőt jelentenek továbbá a fel nem robbant lőszer (UXO – Unexploded Ordnance), hiszen közvetlen érintkezés esetén lokálisan magas sugárzási szintet produkálnak. Egy szegényítetturán-tartalmú lövedék felületén mért ekvivalens dózisintenzitás elérheti a 2 mSv/óra szintet, amely huzamosabb munkavégzés esetén jelentős egészségügyi kockázatot hordoz. [8] A fel nem robbant lőszer mellett hasonlóan jelentős kockázatot jelentenek a harctéren kitért vagy súlyosan sérült páncélozott járművek, mivel belső tereikben a szegényített urán égéstermékei gyakran porszerű formában, nagy koncentrációban rakódnak le, fokozva a belégzéssel járó sugár- és toxikológiai terhelést. Az ilyen situációk világosan rámutatnak arra, hogy a szegényített uránnal szennyezett



3. ÁBRA. 30 mm-es PGU-14/B Armor Piercing Incendiary [6]

⁶ ICBUW: egy 160 csoportból álló globális koalíció, amely 33 országban működik. Szegényített uránt tartalmazó fegyverek használatának, szállításának, gyártásának, értékesítésének és exportjának betiltásáért kampányol.

⁷ Sugárterhelés: egy élő szervezet vagy anyag milyen mértékben van kitéve ionizáló sugárzás hatásának, és ebből mennyi energiát nyel el.

⁸ 12–16 mg kb. 2-5 homokszemnyi tömeg, vagy fél szem kristálycukor tömege.

⁹ Effektív dózisterhelés: a teljes testre, szervekre gyakorolt hatás súlyozott összege.

¹⁰ A természetes háttérsugárzás a környezetünkből származó folyamatosan jelen lévő sugárterhelés.

területek felkutatása, biztosítása, veszélyes maradványok eltávolítása olyan komplex műszaki feladat, amely a tűzserészek és a CBRN-szakemberek szoros együttműködését igényli. A tűzserészek elsődleges feladata a fel nem robbant lőszer lokalizálása és semlegesítése, hatástalanítása, ugyanakkor a szegényített uránt tartalmazó lőszer esetében ez önmagában nem elegendő. Az ilyen beavatkozások során egyéni védőeszköz viselése, mérési adatok begyűjtése, a terület izolálása, valamint személyi és területi mentesítés koordinálása szükséges.

Az amerikai műveleti protokoll tartalmazza, hogy szennyezett területen a személyi állomány pozícióját úgy kell meghatározni, hogy az uralkodó szélirány következtében a por vagy egyéb szennyeződés ne juthasson az irányukba. A mentésben, biztosításban és kárelhárításban részt vevő állománynak legalább egy 400 m sugarú biztonsági kört kell kijelölni a szennyezett harcjármű körül, melyben csak a megfelelő védelemmel ellátott katonák tartózkodhatnak – a szakmai szabályzók alapján ebben az esetben MOPP 4-es szintű¹¹ védelmet alkalmaznak. A jármű belső terének mentesítését kizárólag tűzserészek végezhetik a megfelelő, teljes védelmet biztosító ruházatban, a felhalmozódott finom szemcsésű urán-oxid belégzése ugyanis súlyos veszélyt jelenthet. A feladat végrehajtását követően minden használt ruházatot, védőeszközt és felszerelést kis aktivitású radioaktív hulladékként kell kezelni, szakszerű begyűjtéséről és elszállításáról gondoskodni kell. Nem utolsósorban pedig biztosítani kell az állomány részére a szigorú, hozzáértő személyi mentesítést, minimalizálva ezzel a környezetszennyezés és a másodlagos sugárterhelés kockázatát. [12; 13–14.]

A nemzetközi – különösen amerikai – előírásokkal szemben a magyar tapasztalatok és környezeti viszonyok alapján a MOPP 4-es szintű teljes vegyvédelmi felszerelés alkalmazása (mely magában foglalja a védőruha alsó és felső részének viselését, a védőcsizmát, a védőkesztyűt és a gázálcot) nem indokolt szennyezett területeken. A beavatkozók számára jelentős többletterhelést, hőstresszt és munkabírás-csökkenést eredményez, ami éppen a biztonságos feladatvégrehajtást veszélyezteti. Ehelyett a teljes testet fedő, porszűrős védőoverall, zárt lábbeli, kesztyű és olyan légzésvédő alkalmazása szükséges, amely a 10 mikrométer alatti aeroszolatokat is képes kiszűrni. [13; 9–10.]

Fontos megjegyezni, hogy a jelenlegi kézi sugázmérők nem alkalmasak az alfa-sugárzás terepi detektálására, azt kizárólag felületi mintavétellel lehetséges azonosítani. A standard doziméterek sem nyújtanak megbízható információt a tényleges sugárterhelésről. Mindazonáltal a gyenge kísértő gamma-sugárzás kimutatása alapján következtethetünk a szegényített urán jelenlétére. Ilyen komplex műveletek jól mutatják, hogy bizonyos harctéri szituációk kezelése nem kizárólag tűzserész feladat, hanem szoros, összehangolt szakmai együttműködést igényel a CBRN-szakembereivel. Ezen kompetenciák fejlesztése, az eljárások egységesítése és a technológiai innovációk bevezetése a CBRN–EOD-tan-

folymok, valamint az MH Sodró László 102. Vegyiarc Ezred, MH Katasztrófavédelmi Osztály, MH Vegyi-, Nukleáris-, Balesetelhárítási Operatív Alosztály továbbképzéseinek keretében a jövőben is biztosított lehet.

ÖSSZEĞZÉS

A jövő műveleteiben a kombinált, aszimmetrikus fenyegetések kezelése kizárólag összehangolt rendszerrel lehetséges. A cikk rámutat a két szakterület közötti egységes katonai terminológia és világos eljárásrend kiemelt fontosságára, hiszen ezek hiánya veszélyezteti a műveleti sikert és a személyi állomány biztonságát. A közös szabályzók megalkotása mellett elengedhetetlen a célzott, összevont kiképzési rendszer kiépítése, amely biztosítja a CBRN- és EOD-erők valós helyzetekre történő közös felkészítését. A vegyes fenyegetések, mint a szegényített urán alkalmazása vagy a nem konvencionális eszközök terjedése egyértelműen megmutatja, hogy széttagolt képességekkel a jövő hadszínterén nem lehet eredményt elérni. ■

HIVATKOZÁSOK

- [1] Pázmándi Tamás – Bodor Károly: Az urániac helyzete és kilátásai. Nuklearis.hu https://nuklearis.hu/sites/default/files/nukleon/nukleon1_1_pazmandi.pdf (Letöltve: 2025.08.13.)
- [2] § 40.4 Definitions. NRC.gov <https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/cfr/part040/part040-0004.html> (Letöltve: 2025.06.20.)
- [3] British Challenger 2 tank hit in Ukraine. Bbc.com, 2023.09.05. <https://www.bbc.com/news/world-europe-66716788> (Letöltve: 2025.06.21.)
- [4] Challenger 2. Royaltankregiment.com <https://royaltankregiment.com/vehicle/cr2/> (Letöltve: 2025.06.22.)
- [5] Footage Shows British Challenger 2 Tank's Destruction By Russian Ka-52 Helicopter in Kursk. Force Index, 2024.08.18. <https://militarywatchmagazine.com/article/challenger2-destruction-ka52-kursk> (Letöltve: 2025.08.15.)
- [6] Aszódi Attila: A szegényített urán lövedékek működése és hatása. <http://www.jm.bme.hu/archiv/aktual/uranhatasai.html> (Letöltve: 2025.06.20.)
- [7] Ragheb, Magdi: Depleted Uranium and its health physics. <https://mrageb.com/NPRE%20402%20ME%20405%20Nuclear%20Power%20Engineering/Depleted%20Uranium%20and%20its%20Health%20Physics.pdf> (Letöltve: 2025.06.21.)
- [8] A Fairchild-Republic A-10 csatarepülőgép, 3. rész Modernwartech. blog.hu https://modernwartech.blog.hu/2020/04/03/a_fairchild-republic_a-10_csatarepulogep_3_resz (Letöltve: 2025.06.22.)
- [9] Depleted Uranium Weapons – State of Affairs 2022. ICBUW.eu 2022.07.03. https://www.icbuw.eu/depleted-uranium-weapons-state-of-affairs-2022/?utm_source=chatgpt.com (Letöltve: 2025.06.21.)
- [10] Kovács Tibor – Pellérdi Rezső: Az elszegényített urán katonai alkalmazása és annak egészségügyi következményei. Zmne.hu <http://www.zmne.hu/tanszekek/vegyl/doc/fiatkut/ducikk.htm> (Letöltve: 2025.08.15)
- [11] 2/2022. (IV. 29.) OAH rendelet az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről. Net.jogtar.hu <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a2200002.oah> (Letöltve: 2025.06.20.)
- [12] Handling Procedures for Equipment Contaminated with Depleted Uranium or Radioactive Commodities. Department of the Army Pamphlet 700–48. 2002.09.27. irp.fas.org/doddir/milmed/duquip.pdf (Letöltve: 2025.08.15.)
- [13] Berek Tamás: Védőruha élettani hatásának egyes jellemzői az ABV (CBRN) tűzserész csoport műveletei során. Műszaki Katonai Közlöny, 2017/3, 239–250. https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2017_3_017_CBRN%20EOD%20IPE_Berek.pdf (Letöltve: 2025.08.15.)

¹¹ MOPP 4-es szint: Mission Oriented Protective Posture; olyan védelmi intézkedésrendszer, amelyet katonai erők alkalmaznak a CBRN-fenyegetések elleni védekezés céljából. Ezek különböző védelmi szintek, melyek szabályozzák a személyi védőfelszerelések viselésének mértékét a fenyegetettség szintnek megfelelően.

KISS ROLAND*

AZ A2/AD HADVISELÉS AZ OROSZ-UKRÁN HÁBORÚBAN

TINGERI MŰVELETI TÉR I.

1. ÁBRA. A Fekete-tengeri Flotta felvonulása még a háború előtt
(Forrás: Shutterstock)

A cikksorozat különszámunkban megjelent első két részében az A2/AD hadviselés légi műveleteiről, illetve védelmi vonalakról és műszaki zákról volt szó. A harmadik fejezetben áttekintettük az orosz és az ukrán tüzérség területtagadásban betöltött szerepét és eljárásait. A negyedik részben a harcászati drónokat és a cirkáló löszereket, az ötödikben az ezekhez köthető harc-eljárásokat és a védekezés módszereit mutattuk be. Jelen és a következő részben a tengeri műveleti tér következik.

TÖRTÉNELMI ÉS STRATÉGIAI KONTEXTUS

A téma részletes tárgyalása előtt fontos elemeznünk a Fekete-tenger és a Krím félsziget stratégiai fontosságát. A 18. században szárnyait bontogató orosz birodalom Nagy Péter cár vezetése alatt már megpróbált melegtengeri (egész évben jégmentes) kikötőkhöz jutni. Ekkor történtek az első kísérletek a Krím megszerzésére az oszmánoktól, sőt az első orosz flotta is az Azovi-tengeren született 1696-ban. A félszigetet végül csak Nagy Katalin alatt, 1783-ban sikerült megszerezni, ekkor alapították Szevasztopolt mint kikötőt és flottabázist. A Krím ettől kezdve az orosz, majd a szovjet déli irányú törekvések fontos bázisává vált, illetve a nagy hajógyárak is jórészt itt, illetve Dél-Ukrajnában épültek fel. 1954-ben Hruscsov döntése nyomán a félszigetet, amelynek lakossága döntően orosz volt, az Oroszországi Szovjet Szövetségi Szocialista Köztársaságtól (OSZSZSZK) az Ukrán SZSZK adminisztratív irányítása alá helyezték a Szovjetunió belül; ennek akkor iga-

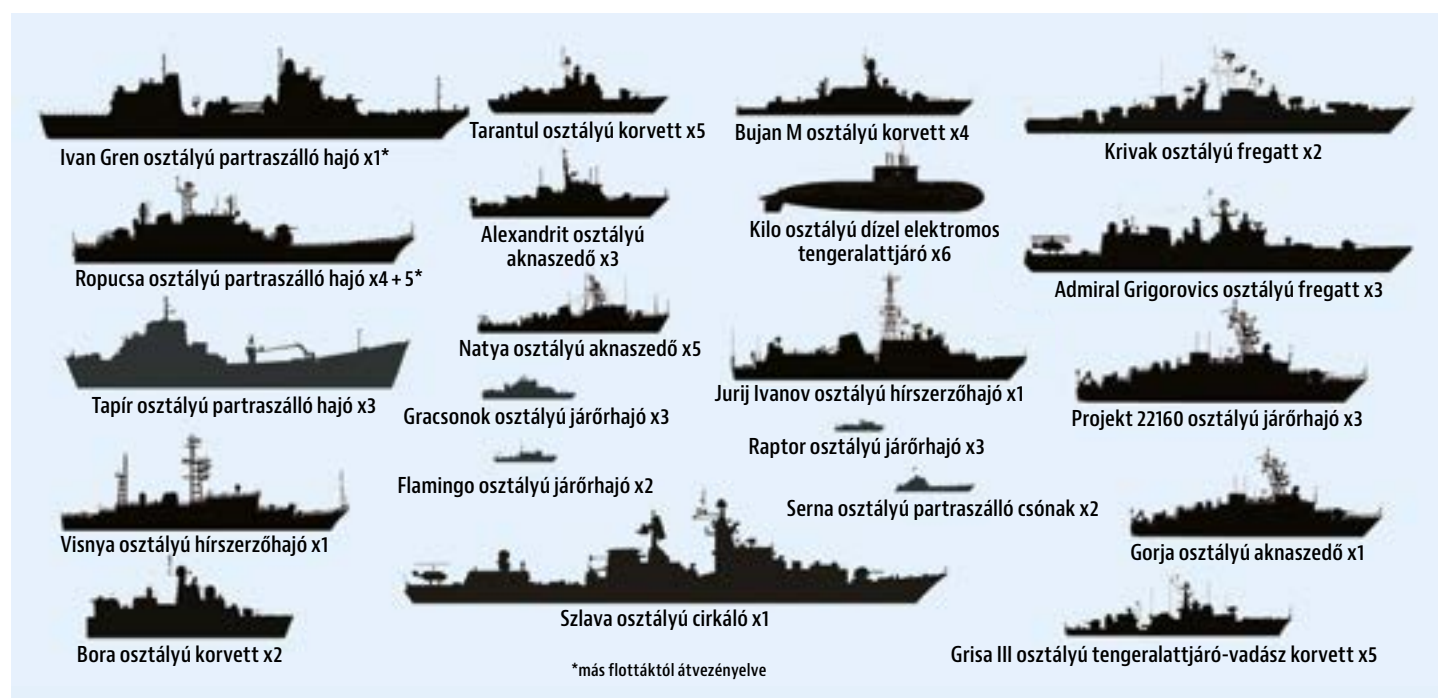
zából nem volt jelentősége, csupán jelképes gesztus maradt egészen 1991-ig. Ekkor a Szovjetunió szétesésével a félsziget és a stratégiai fontosságú bázis a flotta egy részével együtt Ukrajnánál maradt. Azonban mivel Oroszországnak továbbra is Szevasztopol maradt a legfontosabb térségbeli kikötője, megegyeztek Kijevvel a félszigeten található létesítmények további – sok esetben közös – használatáról. Ettől függetlenül Moszkva próbálkozott a Krím kívüli térségben található bázisok bázisok bővítésével (például Novorosszijszkban), azonban ezek semmiképp sem tudták volna pótolni Szevasztopolt. Az egymást váltó ukrán kormányokkal ennek ellenére látszólag sikerült rendezni a kérdést: a 2017-ig szóló bérleti szerződést 2010-ben Medvegyev orosz és Janukovics ukrán elnökök 2042-ig meghosszabbították, ezzel látszólag tartósan rendezve a bázis sorsát. [1]

A helyzet 2014-ben változott meg, amikor a politikai válság, majd a kormányváltás kérdésessé tették a további ukrainai orosz jelenlétet, mivel a felülkerekedő politikai erők már ekkor felvetették, hogy Szevasztopolban meg kell szüntetni az orosz katonai jelenlétet, és inkább NATO-bázist kellene a félszigeten létesíteni. [1] A két ötlet külön-külön is elfogadhatatlan volt Moszkvának, ezért február végén gyors invázióval megszállták, majd annektálták a többségében oroszok lakta félszigetet.

A bázisokkal együtt az ukrán flotta nagy része is orosz zsákmánnyá vált. A Krím visszaszerzése az ukrán törekvések központi eleme lett, míg orosz szempontból

* Főhadnagy, PhD,
MH Transzformációs
Parancsnokság,
Kiképzési Igazgatóság.
ORCID:
0000-0002-5979-3098





2. ÁBRA. Az orosz Fekete-tengeri Flotta állománya 2022-ben
(Forrás: A szerző saját szerkesztése)

a hagyományosan is stratégiai jelentőségű félsziget a változó világban az orosz erőkitetés egyik legfontosabb bázisává vált. Ugyanis a szíriai és afrikai orosz beavatkozásokban részt vevő erők ellátását is jórészt innen biztosították. Így a globális befolyás növelése szempontjából fontosabbnak számít Moszkva szemszögéből, mint a NATO-beltengernek és egyben orosz szempontból holt tengernek számító Balti-tenger. Az elmúlt tíz évben valószínűleg a Krím volt az egyik legfontosabb orosz katonai bázis. Azt azonban hozzá kell tenni, hogy a tágabb földrajzi elhelyezkedést figyelembe véve a krími bázisok helyzete sem ideális, hiszen a Fekete-tenger eleve egy zárt térség, ahonnan kijutni csak a Boszporuszon és a Dardanellákon keresztül lehetséges, amelyet a regionális hatalom és NATO-tag Törökország felügyel. Innen érhető el a NATO-belvíznek számító Égei-tenger, amelyről a szintén zárt és egyben nagyrészt a szövetség által ellenőrzött Földközi-tengerre lehet eljutni. Tehát azt is érdemes szem előtt tartani, hogy bár a Krím kétségkívül fontos Oroszország számára, a lehetőségek itt nagyon is behatároltak, illetve a Boszporusz zárása miatt háborús helyzetben lényegében nullázódnak.

Ezért fontos megemlíteni a Krím egy másik központi szerepét, amelyet nyugati szóhasználatnál akár hívhatunk A2/AD bástyának is, és amelyre az oroszok is valahogyan ekként gondolhatnak, ám a felhasználás mikéntjéről valószínűleg jelentősen eltér a két fél értelmezése. Nyugati szempontból és nyugati vélemény szerint egy ilyen bástya feladata az lehet, hogy megakadályozza más országok erőinek tevékenységét a Fekete-tengeren, ezért offenzívan a NATO-erők kiszorítása a cél. Orosz szempontból viszont inkább egy olyan területről van szó, amely alkalmas az ellenség erőinek lekötésére,

kifárasztására és felőrlésére, késleltetve az Oroszország belső területei elleni csapásokat és mérsékelve azok hatékonyságát. [2]

A háborút megelőzően a Fekete-tengeri Flotta feladata az orosz partok és a kizárólagos gazdasági övezet (EEZ: Exclusive Economic Zone) védelme volt, valamint a NATO-műveletek figyelemmel kísérése a Fekete-tengeren. Tágabban pedig jelenlétet biztosított a Földközi-tenger keleti medencéjében, támogatta az ott folyó műveleteket, illetve a Kalibr cirkálórakétákkal felszerelt egységek hagyományos elrettentést biztosítottak. Fontos feladatuk volt továbbá az orosz tengeri kereskedelmi forgalom biztosítása, amely a Fekete-tengeren keresztül annak nagyjából a 30%-át teszi ki. [3; 4–6.]

Ennek ellenére a Fekete-tengeri Flotta a geostratégiai realitásokat is tükrözte, így a közvetlen környezetében domináns erő volt, azonban háborús helyzetben képtelen lenne kitörni a térségből, ezért inkább partvédő flottának volt tekinthető, bár Ukrajnával szemben ez is bőven elégségesnek tűnt. A háború előtt a Fekete-tengeri Flotta állományába 6 db Kilo osztályú (Projekt 636.6, 877) dízel-elektromos tengeralattjáró,¹ 1 db Szlava osztályú cirkáló (Projekt 1164), 5 db fregatt (3 Projekt 11356 Admiral Grigorovics osztályú, 2 Projekt 1135 Krivak osztályú), 36 db kisebb partvédő egység (köztük 12 korvett), 10 db aknaszedő és 7 db partraszálló hajó (ebből 3 Projekt 1171 Tapír osztályú és 4 Projekt 775 Ropucska osztályú)² tartozott, amelyeket egy-egy századnyi Szu–24 és Szu–30 vadászbombázó, valamint tengeralattjáró-vadász helikopterek támogattak. Emellett egy tengerészgyalogos dandár is a flotta állományába tartozott. [4; 204–205.] A flotta nagyjából fele-fele arányban volt felszerelve újabb gyártású és korszerűbb, valamint a szovjet időkből származó eszközökkel.

¹ Ebből kettő a háború kitörésekor a Földközi-tengeren járőrözött és nem tért vissza a Fekete-tengerre.

² További egy Ivan Gren és öt Ropucska osztályú partraszálló hajót az Északi és a Balti Flottától csoportosítottak át a háború előtt.

A TENGERI HÁBORÚ KEZDETE ÉS AZ UKRÁN DEFENZÍV A2/AD

A háború egyik tapasztalata, hogy Ukrajnára nagy hatást gyakoroltak a nyugati hadelmélet modern koncepciói, amelyeket tiszta vagy valamilyen kevert formában használnak. A tengeren egyértelmű hátrányból indultak, hiszen eredeti flottájuk zömét 2014-ben elvesztették, a megmaradt egységek pedig partvédelemre sem voltak elegendők az orosz flottával szemben. 2022 februárjában az ukrán flotta egyetlen Krivak-III osztályú fregattból, 12 kisebb járőrhajóból, egy aknaszedőből és két partraszálló hajóból állt, amelyet néhány helikopter, valamint Bayraktar TB2 drón támogatott. [4; 212–213.] Ezért Ukrajna valószínűleg eleve egy tágabb A2/AD stratégia keretében tervezett aszimmetrikus tengeri hadviselést megvalósítani, amelyben alternatív megoldásokkal akarták csökkenteni, vagy akár semlegesíteni az orosz haditengerészeti fölényt. Kicsit előre ugorva, ezt a stratégiát két nagy fázisra bonthatjuk: a stratégiai védelemre és egy offenzív A2/AD szakaszra. Az ukrán célok: megakadályozni az orosz egységek mozgását a Fekete-tenger nyugati medencéjében (megfelelő eszközök birtokában az egészén), valamint blokkolni Szevasztopol mint stratégiai fontosságú bázist azáltal, hogy túl kockázatosá teszik annak használatát.

A háború előtt a partvédelmi képességek kialakítása prioritást élvezett, és az ukránok célja az volt, hogy tengeri aknákkal, kis felszíni egységek és hajó elleni partvédő rakéták kombinált alkalmazásával gátolják a parti vizekhez való hozzáférést. Ehhez természetesen a tengeri felderítőrendszereket is ki kellett alakítani, ez azonban legfeljebb korlátozottan valósult meg. [5] A hiteles A2/AD képességek kiépítésének mindenképpen kulcseleme a valós idejű felderítés, illetve a relatíve rövid felderítés-csapásmérés ciklus, amely lehetővé teszi a folyamatos helyzetkép fenntartását és csapások végrehajtását a felderített célok ellen.

A stratégiai védelem célja a háború elején egyértelműen a megmaradt partszakasz és Odessza védelme volt, illetve annak a megakadályozása, hogy az orosz Fekete-tengeri Flotta végre tudjon hajtani egy partraszállást a város közelében. A háború elején erre nagy esély volt: korábban hat partraszálló hajót csoportosítottak át a Balti és az Északi Flottától, ezzel az orosz kételtű kapacitás fele itt összpontosult. A feladatra a Krímben állomásozó 810. gárda tengerészgyalogos dandárt legalább részben behajózták. Emellett a flottának valószínűleg tengeri utánpótlási feladatai is lettek volna a szárazföldi műveletek támogatására az odesszai hadművelati irányban. [3; 7–8.] Az első napokban egy sikeres partraszállás stratégiai jelentőséggel bírt volna, hiszen a város elvesztése a legnagyobb ukrán kikötő kiesését jelentette volna, márpedig ha sikerül az országot a tengertől elvágni, az a kijevi kormányzat és a megmaradt Ukrajna életképességét is nagymértékben befolyásolta volna. A művelet támogatására a Csendes-óceáni Flotta egy-egy cirkálója, rombolója és ellátóhajója is a Földközi-tengeren járőrözött november óta, és a háború kitörését követően kérték Törökországtól, hogy engedje át őket a Boszporuszon és a Dardanellákon. Azon-



3. ÁBRA. A Fekete-tengeren sodródó aknák veszélyeztetik a hajózást [15]

ban az 1936-os montreux-i egyezményre hivatkozva Ankara következetesen (mindenkivel szemben) megtagadott minden belépést azon hadihajóknak, amelyeknek nem a Fekete-tengeren volt a bázisa. [6]

A művelet fedezésére az oroszok elfoglalták a Kígyó-szigetet, amely ugyan csak 0,17 km² területű, de az Odessza vezető vízi út mentén fekszik, közvetlenül a román–ukrán határnál, a Duna deltájánál, a partoktól 35 km-re, ezáltal az itteni szállítási utakat is ellenőrizni lehetett innen. Az előzetes jelentésekkel ellentétben az orosz erők február 24-én harc nélkül foglalták el a helyőrséget. Orosz szempontból, ha megtörtént volna az odesszai partraszállás, akkor a szigetnek fontos szerep jutott volna, hiszen a Krímbe települt erőkkel együtt innen zárni lehetett volna a teljes ukrán partszakaszt, és légvédelmi, valamint hajó elleni eszközöket telepítve ide³ képesek lettek volna egy esetleges beavatkozást elrettenteni, megállítani vagy késleltetni. Azonban a sziget nem csupán lehetőséget, de – mint látni fogjuk – komoly kitettséget is jelentett.

Ukrajna a háború kezdetén elaknásította saját part menti vizeit, megakadályozandó az orosz flotta mozgását, valamint a partraszálló műveleteket. Ehhez nagy mennyiségű tengeri akna állt rendelkezésére, amelyeket még a szovjet időkből örökölték. [3; 8.] Az ukrán haditengerészeti aknazárat telepített Odessza, Ocsakov, Csornomorszk

4. ÁBRA. A Dánia által átadott RGM-84 Block II partvédő, hajó elleni rakétarendszer (Forrás: Marinens Biblioteks Arkiv; Wikimedia Commons)



³ Ennek ellenére csak rövid hatótávú, önvédelemre alkalmas légvédelmi eszközök telepítése történt meg.

5. ÁBRA. R-360 Neptune partvédő hajó elleni rakétarendszer (Vitalij Pancsisin / Wikimedia)



és Juzsne kikötői elé. A telepített akna száma és típusa pontosan nem ismert, de valószínűleg horgonyzott és sodró érintőaknákat is elhelyeztek,⁴ továbbá a partok közelében kisebb robbanóeszközöket partraszálló hajók és járművek ellen. Az orosz FSZB⁵ szerint legalább 420 tengeri akna sodródott a Fekete-tengeren. Ukrajna ugyan elismeri ezek telepítését, ám ahogy egyre több sodróakna jelent meg a Fekete-tenger többi részén is, a narratíva is változott. Ugyan a mainstream média azt sugallja, hogy orosz aknákról van szó, valamint később Kijev is ezt állította,⁶ de könnyű belátni, hogy offenzív aknásításra (az ellenség területén) a Fekete-tengeri Flottának egyáltalán nem volt szüksége. Először is számottevő ukrán flotta nem létezett, csak néhány hajóegység, amelyek nagyrészt a kikötőben pusztultak el az első napokban. Másodszor, saját manőverszabadságát rontotta volna vele olyan vizeken, ahova épp készült behatolni. Harmadszor, a sodróakna kizárólag a saját és semleges hajókra jelentettek volna veszélyt, mivel ukrán hadihajók nem is futottak ki.

Az ukránok a defenzív aknásítást olyan hajó elleni rakétarendszerekkel is támogatták, mint a saját fejlesztésű Neptune, és nyártól az adományként kapott RGM-84 Harpoon. Ezekkel képesek voltak elrettenteni és ezáltal megakadályozni a partraszállást, amelyhez nagyban hozzájárult az is, hogy a szárazföldön a hadművelleti helyzet nem alakult jól az oroszok számára: Odessza nemcsak messze volt, de az út odáig folyókon és csatornákon keresztül vezetett, és bár kezdetben a Krímből kitörő orosz erők

komoly sikereket arattak, a nyugati irányú előrenyomulás Mikolajivnál megtorpant. A sikeres keleti irányú szárazföldi műveletek azonban az Azovi-tenger partján tavasszal a bergyanszki és mariupoli ukrán haditengerészeti bázisok elvesztését hozták.

Ez egyben azt is jelentette, hogy a Fekete-tengeri Flotta a céljait nem volt képes elérni, így a továbbiakban a fő feladata a távoli blokádnak fenntartása volt, valamint a szárazföldi célok elleni csapásmérés Kalibr cirkálórakétákkal. Mivel azonban a partokat nem tudták megközelíteni, az ukránok pedig saját aknáik miatt nem tudtak kifutni, ezért a flotta jelenléte a Fekete-tenger északnyugati medencéjében indokolatlanná és inkább problémák forrásává vált. Ennek oka, hogy a haditengerészet egységei és bázisai elleni ukrán támadások is megkezdődtek. Ez abból a szempontból érdekes, hogy bár az oroszoknak ezzel jelentős anyagi kárt tudtak okozni, a szárazföldi harcok menetét igazán nem tudták befolyásolni. Ennek ellenére Ukrajna továbbra is komoly erőforrásokat használ a haditengerészeti műveletekre.

Az persze joggal merül fel, hogy az orosz Fekete-tengeri Flotta kikapcsolása miért ilyen fontos Ukrajnának. Pusztán katonai szempontból két komoly érv szól mellette: az első, hogy biztosítsák a partvédeket egy kételtű művelet ellen, a másik, hogy gátolják a csapásmérést az ország területén. Az első kérdés nagyjából az első héten eldőlt, és Kijev szempontjából megnyugtató eredménnyel zárult. A másik relevánsabb, hiszen az orosz flotta fő feladata manapság

⁴ A legvalószínűbb lehetőségek az alábbi szovjet gyártású vízi aknáknak: R-421-75 érintőaknáknak (sodródó és horgonyzott), JaM-1 és MJaM érintőaknáknak (horgonyzott), valamint JaRM érintőaknáknak (horgonyzott).

⁵ Szövetségi Biztonsági Szolgálat; az elhárításért és a közelkülföldi (a volt Szovjetunió területének) hírszerzéséért felelős orosz szolgálat.

⁶ Ukrajna szerint valójában a Krím annexiója során zsákmányolt szovjet eredetű ukrán aknákról van szó, amelyeket az oroszok telepítettek.

Habár Ukrajna a hadviselés szabályai szerint jogosan helyezett ki robbanóeszközöket, a horgonyzott érintőaknáknak elszabadulás esetén nem szabadna élesnek maradniuk (amiről a telepítőnek kell gondoskodnia), míg a sodróakna eleve meg sem felelnek a követelményeknek, önmegsemmisítő vagy deaktiváló felszereléssel nem rendelkeznek. Ez annál is inkább veszélyes, mivel az áramlatok révén ezek a hajózási útvonalakon és több ország partjainál is feltűntek, 2022. március 3-án pedig elsüllyesztették az észt tulajdonú MV Helt teherhajót, majd ugyanazon év májusában egy orosz Raptor járőrhajóval tették ugyanezt az Azovi-tengeren, amely épp Mariupolnál hajtott végre aknamentesítést. Szeptemberben a román Lieutenant Dimitrie Nicolescu akna-szedőt rongálták meg. 2025 végéig pedig összesen tizenkét alkalommal történt aknarobbanás, amely hajóvesztéssel vagy rongálódással járt. Az elszabadult robbanóeszközökkel kapcsolatban Kijev válasza az volt, hogy az oroszok vágták el őket, hogy veszélyeztessék a hajózást. [7][8]

a saját vizek védelme mellett a szárazföldi csapásmérés, vagyis a hajók eleve rakétaindító platformként funkcionálnak. Ez fontos lehetett 2022-ben és az ősszel induló stratégiai légi hadjáratban, amikor a Kalibr rakéták még kiemelt szerepet kaptak. Azonban az öngyilkos drónok és a ballisztikus rakéták nagyobb arányú bevetésével ez némileg visszaszorult, illetve a rakéták nagy hatótávolságuk miatt továbbra is bevetethetők a tengerről, sőt még a Kaszpi Flotilla is indított rakétatámadásokat Ukrajna ellen. Másrészt a tengerről indított rakéták aránya nem számottevő, nagyjából az összesen indítottak 12,5%-a. [3; 8.] Ezért ez sem lehet komoly indok. Továbbá kijelenthető, hogy mivel Ukrajna továbbra is főleg szárazföldi hadszíntér, mérsékeltben légi, és szinte csak mellékes szempontból tengeri, ezért az orosz flotta kikapcsolása a harcok menetét gyakorlatilag nem befolyásolja, még akkor sem, ha a hajók elvesztése jelentős anyagi és fájó presztízavesztés.

Ezeket a szempontokat vizsgálva viszont inkább Ukrajna támogatóinak az érdeke kerül előtérbe, vagyis az Egyesült Államoké és az Egyesült Királyságé mint klasszikus tengeri hatalmaké. Ugyanis az orosz Fekete-tengeri Flotta meggyengítése vagy akár teljes kikapcsolása jelentősen befolyásolja a hatalmi egyensúlyt nem csupán a Fekete-tengeren, de a Földközi-tenger térségében is. Ez pedig gyengíti Moszkva erőketítő képességeit, hiszen a közelmúlt műveleteiben, mint például Szíriában vagy Afrikában, döntő szerepet játszottak, amely bevetések oroszországi végpontja a Fekete-tenger térsége volt. Az orosz erőketítő és intervenciós képességek gyengítése pedig komoly hatással van a tágabb geostratégiai térségre. Több mint valószínű, hogy ezek a szempontok fontos szerepet játszanak, de emellett az ukrán kormány Krímhez való ragaszkodása is fontos mozgatórugó lehet.

AKTÍV VÉDELEM

Az ukrán tengeri hadviselésben 2022 tavaszán a defenzív és a korlátozott offenzív A2/AD alkalmazás nagyjából párhuzamosan folyt. A partok sikeres védelme után a cél az volt, hogy az északkeleti medencét zárják az orosz flotta elől és megakadályozzák minden további műveletet. Offenzív alkalmazást leginkább a Kígyó-sziget körüli harcokban figyelhattunk meg. Nagyjából március végén kezdte meg Ukrajna az orosz felszíni egységek elleni támadásokat.

Ennek egyik korai áldozata volt a Tapír osztályú Szarátov partraszálló hajó, amelyet március 24-én a bergyanszki kikötőben egy Tocska-U ballisztikus rakéta pusztított el, a közelben horgonyzó két Ropucsá osztályú partraszálló hajó pedig megrongálódott.

A legnagyobb sikert viszont április 13-án érték el az ukránok, amikor két Neptune hajó elleni rakétával elsüllyesztették a Moszkva nevű, Szlava osztályú (Projekt 1164) cirkálót, amely a Fekete-tengeri Flotta legnagyobb hajója (egyben zászlóshajója) volt. A Moszkva kapitánya valószínűleg több hibát is elkövetett, például kiszámítható járőrvonalat használt a háború kezdete óta, emellett



feltehetően nem működtek a hajó radarjai, más jelentések szerint pedig már huzamosabb ideje egyhelyben állt kb. 110 km-re Odesszától. A hajó flottalégvédelmi feladatokat is ellátott, e célból 64 db Sz-300F nagy hatótávú légvédelmi rakétával szerelték fel, míg önvédelemre OSzA-Ma rakéták és AK-630 pontvédelmi gépágyúk álltak rendelkezésre, amelyekkel képesnek kellett volna lennie megvédenie magát, persze ha működnek ezek a rendszerek. A hajó felderítésében és a rakéták rávezetésében pedig nagy valószínűséggel egy amerikai P-8A tengerészeti járőrgép nyújtott támogatást, amely már órák óta a cirkálót figyelte. Ez azért is valószínű, mivel Ukrajna nem rendelkezett olyan (horizonton túli) radarokkal, amelyekkel képes lett volna felderíteni a hajót, és tűzvezetést biztosítani a rakétáknak, ezért a NATO-szál igen valószínű. A Moszkva elsüllyedése a jelentős anyagi kár és a presztízavesztés mellett ideiglenesen a nyílt tengeri légvédelem megszüntetését⁷ is jelentette a Flotta számára. [6][9][10]

7. ÁBRA. A találatot kapott Moszkva cirkáló. A hajó a Szevasztopolba történő vontatás közben süllyedt el [17]

7. ÁBRA. A Kígyó-sziget [16]



⁷ Ennek pótlására később Tor légvédelmi komplexumokat telepítettek a hajók fedélzetére.



8. ÁBRA. A Fekete-tenger hadi eseményei 2022. február és július között (A szerző saját szerkesztése)

Ennek valószínű következményeként május elején három Raptor osztályú járőrhajót, egy BK-16 rohamcsónakot és egy partraszálló csónakot süllyesztettek el Bayraktar TB2 drónok a Kígyó-sziget közelében, két Raptor pedig megrongálódott. [11] Júniusban az új Harpoon hajó elleni rakétákat bevetették, és 17-én elsüllyesztettek velük egy vontatóhajót. Az orosz flotta vagy nem tudott, vagy nem vett tudomást a partvédő rakétákról (a Neptune-ről sem), holott például a Harpoon átadását hivatalosan is bejelentették. [12] Május-június során az ukrán légierő, drónok, valamint a tüzérség is többször tá-

madta a Kígyó-szigetet, [13] amelyet végül az oroszok kiűrtettek, és július 4-én az ukránok ismét birtokba vették. Ez egyben azt is jelentette, hogy az orosz flotta kiszorult az északnyugati medencéből, és bár a délnyugati területen aktív maradt, a gabonaegyezmény⁸ miatt júliustól a távoli blokád is értelmet veszített. Ez viszont azt eredményezte, hogy a flotta visszavonult Szevasztopolba. [14] Ez pedig a defenzív szakasz lezárását is jelentette, innentől az ukrán fél áttért a szevasztopoli bázis felszámolására irányuló akciókra.

(Folytatjuk)

HIVATKOZÁSOK

- [1] Sakwa, Richard: Háború a határon. Európa Könyvkiadó, Budapest, 2016, 145–148. 119–120; 168–169.
- [2] Kofman, Michael: „It’s time to talk about A2/AD: Rethinking the Russian military challenge”. 2019.09.05. warontherocks.com/2019/09/its-time-to-talk-about-a2-ad-rethinking-the-russianmilitary-challenge/ (Letöltve: 2025.12.6.)
- [3] Delanoë, Igor: Russia’s Black Sea Fleet in the “Special Military Operation” in Ukraine. Foreign Policy Research Institute, 2024, 4–6.
- [4] The Military Balance, 2022, 204–205.
- [5] Combes, Bill: The War at Sea. Russia’s War in Ukraine Series No. 6. International Center for Defence and Security, 2022.06.02.
- [6] Kamlesh, K. Agnihotri: Sinking of the Russian cruiser Moskva: A cause-effect analysis. 2022.05.19. maritimeindia.org/sinking-of-the-russian-cruiser-moskva-a-cause-effect-analysis/ (Letöltve: 2025.10.29.)
- [7] Pedrozo, Raul: Russia-Ukraine Conflict: The War at Sea. International Law Studies vol. 100. Stockton Center for International Law, 2023, 32–33, 38–39.
- [8] Mitrofanov, Alexander: Mines in the Black and Azov Seas: Past and Present. 2025.10.19. en.topwar.ru/272382-miny-na-chernom-i-azovskom-morjah-proshloe-i-nastojashee.html (Letöltve: 2025.11.12.)
- [9] Leone, Dario: US Navy P-8 Poseidon maritime patrol aircraft reportedly assisted Ukrainians in hitting Russian Navy’s Black Sea flagship RTS Moskva (121). 2022.04.22. https://theaviationgeekclub.com/us-navy-p-8-poseidon-maritime-patrol-aircraft-reportedly-assisted-ukrainians-in-hitting-russian-navys-black-sea-flagship-rtm-moskva-121/ (Letöltve: 2025.10.29.)
- [10] Mongilio, Heather: UPDATED: Russia Says Damaged Cruiser Moskva Sank Under Tow Headed to Black Sea Homeport. 2022.04.14. https://news.usni.org/2022/04/13/russian-navy-confirms-severe-damage-to-black-sea-cruiser-moskva-crew-abandoned-ship (Letöltve: 2025.10.29.)
- [11] Потери флотов Украины и России в ходе СВО. Статистика и факты. 2023.02.10. topwar.ru/210461-poteri-flotov-ukrainy-i-rossii-v-hode-svo-statistika-i-fakty.html (Letöltve: 2025.10.29.)
- [12] Ozberk, Tayfun: Analysis: Ukraine strikes with Kamikaze USVs – Russian bases are not safe anymore. 2022.10.30. navalnews.com/naval-news/2022/10/analysis-ukraine-strikes-with-kamikaze-usvs-russian-bases-are-not-safe-anymore/ (Letöltve: 2025.10.29.)
- [13] Проблеми Чорноморського флоту РФ приходить прикривати личним героізмом моряків. 2022.06.28. topcor.ru/26515-pochemu-problemy-chernomorskogo-flota-rf-prihoditsja-prikrivat-lichnym-geroizmom-morjakov.html (Letöltve: 2025.10.29.)
- [14] Arasli, Jahangir E.: Dissimilar Naval War in the Black Sea. Analytical Policy Brief 2023.11.16. Institute for Development and Diplomacy, 2023, 2.
- [15] A kép forrása: https://pt.topwar.ru/245995-chegozhdet-chernomorskij-flot.html (Letöltve: 2026.03.02.)
- [16] A kép forrása: https://dyt.com.ua/img/tour/zmeiny/zmeiny-1.jpg (Letöltve: 2026.03.02.)
- [17] A kép forrása: https://theaviationgeekclub.com/wp-content/uploads/2022/04/Moskva-Damaged.jpg (Letöltve: 2025.10.29.)

⁸ Az ENSZ és Törökország által tető alá hozott egyezmény, amelynek névleges célja az volt, hogy az ukrán gabona továbbra is eljuthasson a harmadik világ országaihoz. Ennek tengeri vonatkozása 2022. július és 2023. július között volt érvényben, és Oroszország vállalta, hogy nem támadja vagy tartóztatja fel a gabonaszállító hajókat.

SZALAI SÁNDOR* – SÓDOR BÁLINT** – TRÓZNAI GÁBOR***

A VÉNUSZ KUTATÁSA ŰRSZONDÁVAL MAGYAR KUTATÓK RÉSZVÉTELÉVEL

Összefoglalás: Az Európai Űrügynökség (European Space Agency – ESA) Venus Express missziója a Vénusz atmoszféráját és annak plazmakörnyezetét vizsgálta. A Svéd Űrkutatási Intézet kérésére magyar mérnökök az űrplazmát és a nagy energiájú atomokat vizsgáló műszerhez (Analyser of Space Plasma and Energetic Atoms – ASPERA) automatizált kalibrálórendszert fejlesztettek ki. Ez az elosztott intelligenciájú rendszer három PC/104 szabványú processzorkártyára épült, és valós idejű LINUX operációs rendszert használ, a kezelőfelületét megvalósító program pedig egy külön PC-n Windows alatt fut.

Kulcsszavak: Vénusz, Venus Express, ASPERA, PC/104, valós idejű LINUX

Abstract: The ESA Venus Express mission studied the atmosphere of Venus and its plasma environment. At the request of the Swedish Institute of Space Physics (IRF), Hungarian engineers developed an automated calibration system for the ASPERA (Analyser of Space Plasma and Energetic Atoms) experiment. This distributed intelligence system was built on three PC/104 standard processor cards and operated with a real-time LINUX operating system. The system's user interface program runs on a separate PC under Windows.

Key words: Venus, Venus Express, ASPERA, PC/104, real-time LINUX

A Vénusz a Naptól számított második bolygó, amely a Földhöz leginkább hasonlít a Naprendszerben. Közepes naptávolsága 108,21 millió km. Mivel a Naphoz közelebb kering, mint a Föld, így a Földről nézve a két égitest látóiránya közti szög maximum 47° , ezért napnyugta után és napkelte előtt látható a nyugati, illetve a keleti égbolton. A Földtől mérhető legkisebb távolsága 40 millió km, a Nap és a Hold után a legfényesebb égitest. Átmérője 12 104 km (650 km-rel kisebb a Földénél), tömege a Földének a 81,5%-a, átlagsűrűsége $5,24 \text{ g/cm}^3$. Igen lassú tengely-

forgása ellentétes irányú a Föld forgásának irányával, azaz retrográd (keringési irányával ellentétes irányú). Nem közzismert, hogy a Vénuszon egy nap (tengely körüli forgás-ideje 243,16 földi nap) hosszabb, mint egy vénuszi év (Nap körüli keringési periódusa 224,7 földi nap). Forgástengelye a majdnem kör alakú keringési pálya síkjára merőleges iránytól csak $2,7^\circ$ -kal tér el, és ezért nincsenek évszakok. A bolygót sűrű, fényes kénsav felhők borítják, ezért a felszínét a Földről nem láthatjuk. A légkörének összetétele 96,5% szén-dioxid és 3,5% nitrogén. A felszíni légköri nyomás igen nagy, 90-szer nagyobb a földinél. A légköri magas szén-dioxid-tartalom miatt erős üvegházhatás érvényesül, amely $450\text{--}480^\circ\text{C}$ hőmérsékletet eredményez. A felszínen az éjszakai és a nappali hőmérséklet-különbség kisebb, mint 25°C . Az 50–60 km magasban húzódó felhők átengedik a fényt, amelyek nagy sebességgel mozognak, és sebességük elérheti a 300 km/órát. A bolygófelszín domborzati viszonyait űrszondák fedélzetén működő radarműszerek segítségével lehet vizsgálni.

A Vénuszt már több űrszonda elérte, vagy elhaladt mellette, ideértve a gravitációs hintamanővereket végző űreszközöket is. A Szovjetunió és az USA az 1960-as években több szondát indított a bolygó irányába. Az USA Mariner-2 űrszondája volt az első sikeres, amely 1962. december 14-én haladt el a Vénusz mellett, és távmérési adatokat sugárzott a Földre, majd folytatta a Nap körüli keringését. A Vénusz felszínét először a szovjet Venyera-7 űrszonda érte el 1970. december 15-én, és a felszínre érve 23 percig igen gyenge jelet sugárzott, amelyet először a kapcsolat megszakadásaként kezeltek. Utólag azonban sikerült kiértékelni a jelet, amely a felszíni hőmérsékletről, az atmoszféra nyomásáról és a szélességről tartalmazott hasznos információkat. Az évek során a Szovjetunió és az Egyesült Államok több tíz űreszközt küldött a Vénuszra, de mára már az ESA és Japán is csatlakozott hozzájuk. [1] Az USA Magellán űrszondája légköri fékezéssel jutott

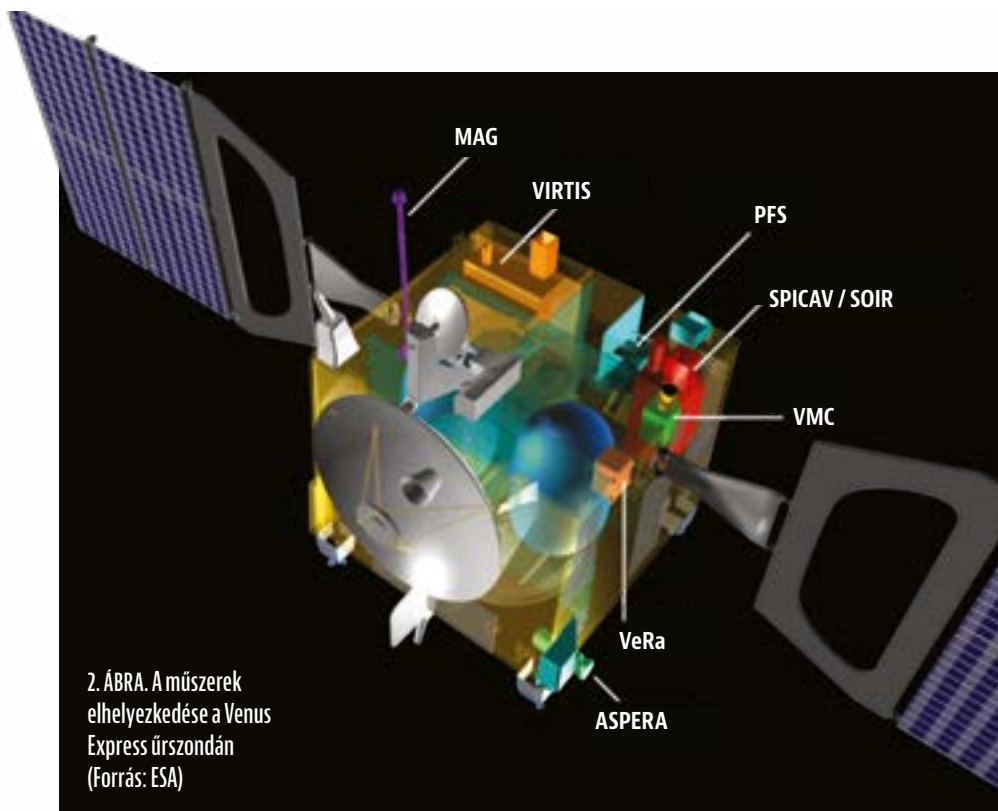
1. ÁBRA. A Magellán űrszonda radarfelvételei alapján készült számítógépes szimuláció a Vénusz északi féltekéjéről (Forrás: Shutterstock)

* Wigner Fizikai Kutatóközpont; MTA doktora. ORCID: 0000-0003-3979-084X

** SGF Kft., szoftverfejlesztő. ORCID: 0009-0009-0829-9709

*** SGF Kft., ügyvezető. ORCID: 0009-0003-8226-3612





2. ÁBRA. A műszerek elhelyezkedése a Venus Express űrszondán (Forrás: ESA)

felszínhez közeli pályára, így 1990 és 1994 között a Vénusz felszínének 98%-át radarral feltérképezte. A NASA radar-térképe alapján a bolygó felszíne 70%-ban sík, de nagyobb meteorok becsapódásai és vulkáni tevékenység nyomai is láthatók rajta.

Az ESA Venus Express űrszondájának elkészítéséhez rövid idő állt rendelkezésre a 2005-ös indítási ablak eléréséhez, mivel az ESA-ban 2001-ben merült fel javaslatként szonda indítása a Vénuszhoz, és csak 2002-ben hagyták jóvá a misszió megvalósítását. Az idő szűkössége miatt a Vénuszhoz adaptált szonda készítéséhez felhasználták a korábbi Rosetta és a Mars Express szondák terveit. Ez nemcsak idő-, hanem költségmegtakarítást is jelentett. A legjelentősebb feladat a hővédő burkolat átalakítása volt, mivel az eszköz Naphoz közelebb működött. Ezen túl a fedélzeti elektronikai rendszereket is át kellett tervezni hőtani szempontból, illetve hatékonyabb hűtőberendezésekre és a 23 rétegű, fekete helyett egy erősen fényvisszaverő aranyzsigetelésre volt szükség. A napelemtáblát is át kellett építeni: az egyes panelek mérete körülbelül fele a Mars Expressének, ezenkívül hőálló gallium-arsenid típust kellett alkalmazni.

Az űrszondát 2005. november 9-én indították Szozuz-FG rakétával Bajkonurból. A szonda indítási tömege 1270 kg volt, mely hét tudományos műszert tartalmazott. A Vénuszhoz küldött űrszonda indulósebessége másfélszer akkora volt, mint a Marshoz küldötté. A Venus Express három tengelyre stabilizált, ~1,7 x 1,7 x 1,4 m-es hővédő borítással ellátott „alumíniumdobozként” lett kialakítva. A kinyitott napelemtáblák fesztávolsága nyolc méter volt. A földi állomásokkal való kommunikációhoz egy nagy és egy alacsony nyereségű antennával látták el.

A szonda kutatási célja a bolygó légkörének vizsgálata volt: tanulmányozta annak összetett dinamikáját és ké-

miáját, valamint azokat a felszínnel való kölcsönhatásokat, amelyek a domborzat jellemzőiről adtak információt. Ezen túlmenően a Vénusz légköre és a bolygóközi környezet (napszél) közötti kölcsönhatásokat is vizsgálta. A szonda kezdetben egy erősen elliptikus, poláris körpályára állt, amelynek a felszínhez közeli pontja 400, a távoli 350 000 km, periódusa pedig 9 nap volt. A Venus Express-t 2006. április 11-én állították a végleges Vénusz-körüli pályára. A kiválasztott működési pálya lefedte egy vénuszi nap alatt a teljes felszínt.

A misszió többszöri meghosszabbítása jelentősen növelte ismereteinket a Vénusz légköréről. A szonda működése 2014. december 16-án légköri fékezéssel fejeződött be, mivel elfogyasztotta pályakorrekciós üzemanyagkészletét. Az utolsó tudományos adatok 2014. november 30-án érkeztek a Földre.

2005-ben a svédországi Űrfizikai Kutatóintézet (Institutet För Rymdfysik – IRF) kutatói keresték meg intézetünket, az MTA KFKI Részecske- és Magfizikai Kutatóintézetet (jelenlegi nevén HUN-REN Wigner Fizikai

Kutatóközpont – Wigner FK) az Európai Űrügynökség Venus Express űrprogramjában való részvétel céljából. A svéd partner az induló Venus Express űrszondára kerülő ASPERA műszer kalibrálásának meggyorsításában kért segítséget, azaz automatizálni kellett a manuálisan időigényes kalibrálási folyamatot. Az IRF kutatói által fejlesztett ASPERA műszer a napszél és a Vénusz légköre közötti kölcsönhatásokat vizsgálta.

Az űrszonda (2. ábra) hét műszere [2]:

1. ASPERA (Analyser of Space Plasma and Energetic Atoms: űrplazma és nagyenergiájú atomok analízátora): a napszél és a Vénusz légköre közötti kölcsönhatást vizsgálta a bolygó légköréből kiáramló és a napszelet alkotó részecskék mérésével. Tanulmányozta, hogy a molekulák és az ionok hogyan távoznak a bolygóról. [3]
2. MAG (Venus Express Magnetometer): a Vénusznak nincs kimutatható saját belső mágneses mezője, viszont a napszél és a légkör kölcsönhatásának köszönhetően létrejön egy gyenge indukált mágneses tér. A MAG mérőműszer azt a folyamatot tanulmányozta, hogy milyen hatással van ez a Vénusz légkörére, például a légkör szökési folyamatára.
3. PFS (Planetary Fourier Spectrometer: Fourier-spektrométer): 55-100 kilométeres magasságok között nagyon nagy felbontással tudta mérni a légkör hőmérsékletét. A felszíni hőmérsékletet is mérte a vulkáni tevékenység keresése során. A hőmérsékletmérések mellett a PFS a légkör összetételét is vizsgálta.
4. SPICAV/SOIR (Ultraviolet and Infrared Atmospheric Spectrometer: ultraviola és infravörös atmoszféraspektrométer): segítette a Vénusz légkörének elemzésében, különösen a Vénusz légkörében feltételezhető kis mennyiségű víz után kutatott. Kénvegyületek és mole-

kuláris oxigén után is vizsgálódott a légkörben, meghatározta a légkör sűrűségét és hőmérsékletét 80–180 kilométeres magasságban.

5. VeRa (Venus Radio Science Experiment: Vénusz rádiós tudományos kísérlet): az űrszonda és a Föld közötti erős rádiókapcsolatot használta fel a Vénusz ionoszférájában uralkodó viszonyok vizsgálatára. A légkör sűrűségének, hőmérsékletének és nyomásának kutatására is alkalmazták a felszíntől mért 35–40 km-től 100 km távolságig, valamint a felszín „érdességének” és elektromos tulajdonságainak meghatározására is szolgált, és lehetővé tette a napszél vizsgálatát is.
6. VIRTIS (Visible and Infrared Thermal Imaging Spectrometer: látható és infravörös hőképképző spektrométer): a 40 kilométeres magasság és a felszín közötti alsó légkör összetételét vizsgálta. A felhőket ultraibolya és infravörös hullámhosszon is követte, továbbá különböző magasságokban mérte a légkör dinamikáját.
7. VMC (Venus Monitoring Camera: Vénuszt megfigyelő kamera): egy széles látószögű, olyan többcsatornás eszköz, amely a közeli infravörös, az ultraibolya és a látható hullámhosszon készített felvételeket a bolygóról. A VMC globális felvételeket készített a felhők dinamikájáról, továbbá más műszerek által látott jelenségek azonosítását is megkönnyítette.

Az 500 napra tervezett missziót 2007. február végén hosszabbították meg 2009 közepéig. 2008 júliusában megkezdtek a szonda pályamagasságának csökkentését, így a szonda lassulásával mérni tudták a felső légkör által kifejlesztett légellenállást, annak sűrűségét. Mivel az űrszonda üzemképes volt, 2014-ig négy alkalommal meghosszabbították a működtetését. Az alacsonyabb pályára állítás során adatokat nyertek a Vénusz alacsonyabb légrétegeiről is, ami a légkör fékező hatásáról szolgáltatott információt a későbbi küldetések számára. Az űrszonda működéséhez szükséges üzemanyag 2014. november 28-án elfogyott, így a szonda befejezte a közel nyolcéves misszióját.

A Vénusz légkörét vizsgáló ASPERA négy érzékelőt tartalmazó műszeregységet több mint tíz, európai, amerikai és japán intézetekből álló nemzetközi konzorcium (Auszt-

ria, Finnország, Franciaország, Írország, Japán, Olaszország, Magyarország, Németország, Svájc, Svédország, USA) fejlesztette [4] a svédországi Űrfizikai Intézet vezetése alatt. Az említett négy érzékelő az alábbi volt (3. és 4. ábrák):

1. A semleges részecskék térbeli eloszlását mérő érzékelő (Neutral Particle Imager – NPI) az integrális semleges atomok (0,1 – 60 keV tartományban) áramlását méri tömeg- és energiafelbontás nélkül, nagy szögterületben.
2. A semlegesrészecske-detektor (Neutral Particle Detector – NPD) a semleges részecskék tömeg (hidrogén és oxigén) és sebesség (0,1–10 keV energiatartomány) szerinti eloszlását méri.
3. Az elektron-spektrométer (Electron Spectrometer – ELS) regisztrálja az elektron 0,01 – 20 keV-ig terjedő energiáit.
4. A tömeg szerinti ionanalizátor (Ion Mass Analyser – IMA) méri a fő ionkomponenseket (H^+ , H_2^+ , He^+ , O^+), a molekuláris ionokat 20 – 80 amu¹ és poros plazmáknál 106 amu-ig, 100 eV – 40 keV közötti tartományban. (4. ábra)

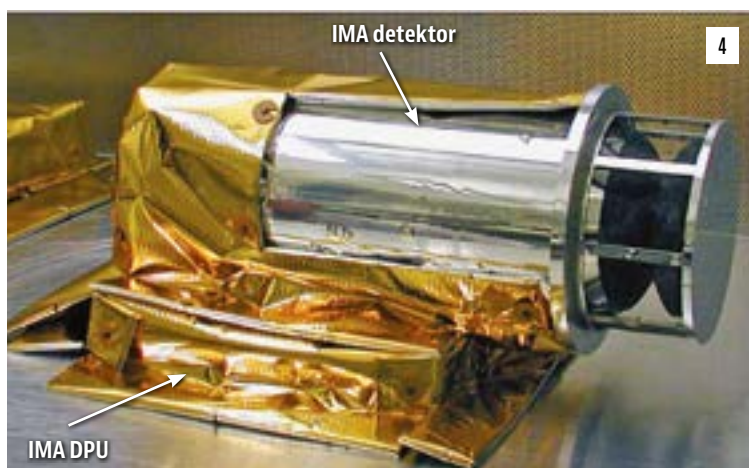
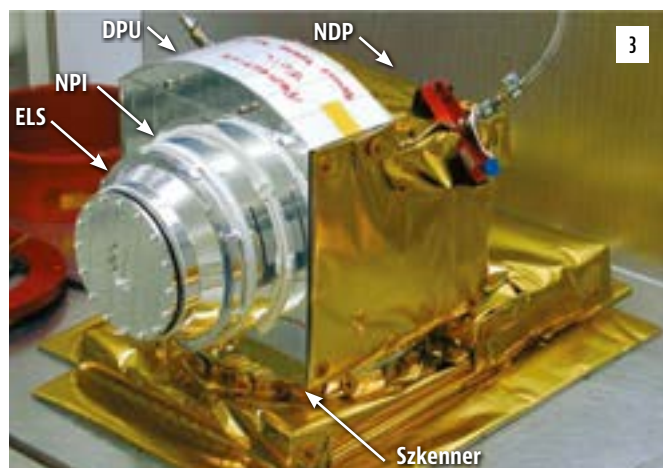
Az irány szerinti lefedettség növelése érdekében az NPI, az NPD és az ELS detektorokat az űrszondán egy pásztázó (Scanner) platformra szerelték. (3. ábra)

A mérések pontossága céljából az érzékelőket kalibrálni kellett, azaz a mechanikai méretek és az elektromos elemek paramétereinek szórásából adódóan a tényleges értékek nem pontosan egyeztek meg a tervezés elvi értékeivel. Ezért ismert paraméterű részecskeforrások használatával a megvalósított érzékelők valóságos mérési paramétereit ellenőrizni kellett. A kalibráló méréseket a műszerek mérési tartományainak több pontjában kellett elvégezni. Az igen rövid fejlesztési idő miatt a Wigner FK az SGF Technológia Fejlesztő Kft.-vel (Space and Ground Facilities Technology Associated Co. Ltd.) együttműködve fejlesztette ki a svédországi kalibrálórendszerhez az elosztott intelligenciával az automatizálást.

Az automatizált rendszer tervezése során alkalmazkodni kellett az egymástól viszonylag távol álló, már meglévő alegységek (mérő- és vezérlőegységek) elektromos illesztőfelületeinek paramétereire. [6] Az aktuális kalibrálási értékeket és a szabályozás különböző paramétereit célszerűen egy integrált kezelői felületen kellett

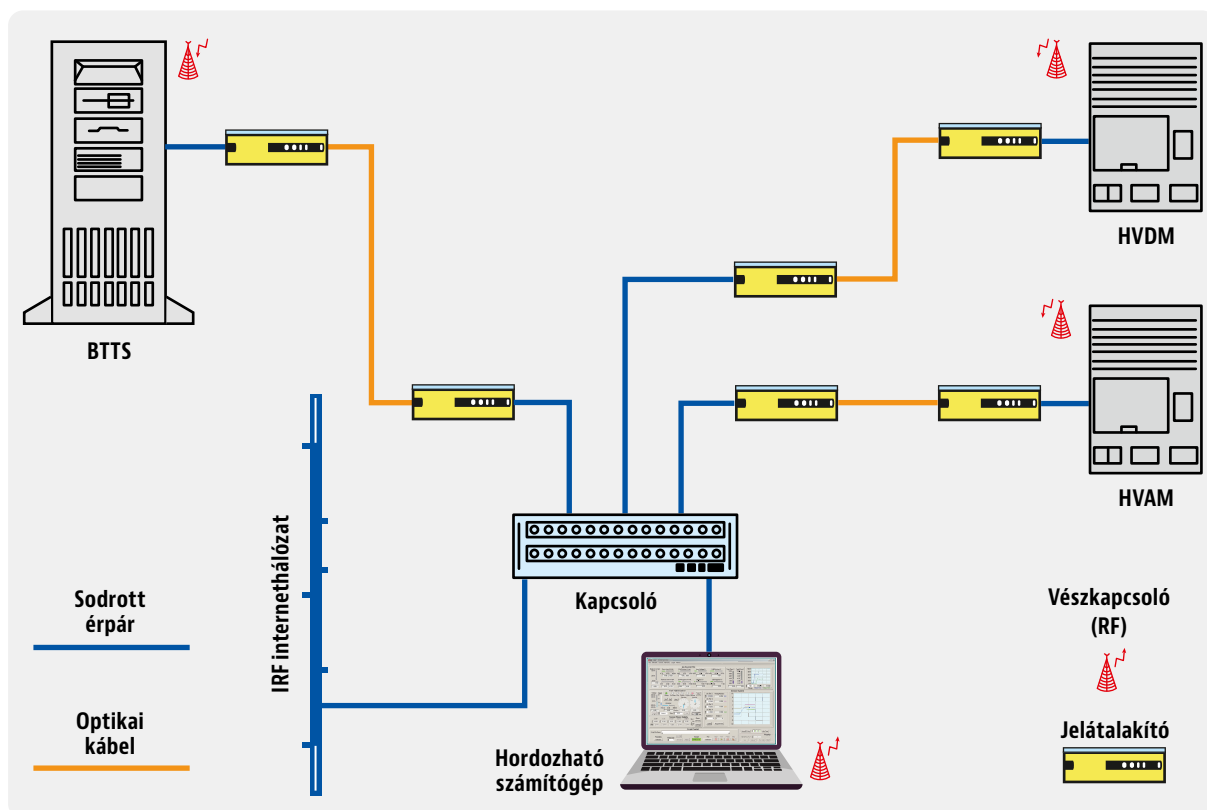
3. ÁBRA.
A forgatóplatformra szerelt három érzékelő fényképe (Forrás: IRF)

4. ÁBRA. Az IMA ionanalizátor és a processzor egységének fényképe (Forrás: IRF)



¹ Atomi tömeg egység (atomic mass unit – amu), mely a szén-12 izotóp tömegének 1/12-ed része.

5. ÁBRA. Négy számítógépet tartalmazó kalibrálórendszer
(Forrás: Wigner FK)



megjeleníteni. Ezt egy asztali számítógép-képernyőn egy célszoftver grafikus kezelői felületén (Graphics User Interface – GUI) valósítottuk meg, amely jó áttekinthetőséget biztosított a rendszer működéséről. A mérési paramétereket is ezen a GUI-felületen lehetett beállítani. A létező három kalibráló alegység egymástól néhány méter távolságban volt, és néhány kV-os feszültséget kellett kezelni. Biztosítani kellett a mérőállomások egymástól való elektromos elszigetelését (izolációját), nehogy egy esetleges nagyfeszültségű átütés tovaterjedhessen. Az adatgyűjtő és vezérlő automatizált kalibrálórendszert PC/104 ipari szabványra alapoztuk. Ez a szabványrendszer széles választékkal rendelkezik mind a vezérlő processzorok, mind a különböző illesztőfelületeket biztosító kártyáival, így meggyorsította a hardverfejlesztést. Lehetővé vált a szükséges funkciójú elektromos kártyák jelentős részé-

nek a kereskedelmi forgalomból való beszerzése, csupán három egyedi fejlesztésű egységet kellett megvalósítani. A PC/104 beágyazott számítógépes szabvány kompakt kártyamérettel (96×90 mm) bővíthető, és robusztus rendszerek megvalósítására alkalmas. Alaplap nélkül a kártyák közvetlenül egymásra illeszthetők, és az oldalon lévő csatlakozók alkotják a moduláris buszt (Industry Standard Architecture – ISA, majd Peripheral Component Interconnect – PCI). Egyetlen CPU-kártyán az összes számítási, valamint ki- és bemeneti (In/Out – I/O) funkció biztosítható.

A mérendő jelek és vezérlési helyek elosztottsága miatt három mérő- és adatgyűjtő egységet alkalmaztunk (5. ábra); mindhárom egység processzorral rendelkezett, és üvegszál optikai lokális hálózaton kapcsolódott a vezérlő és adatgyűjtő központi számítógéphez. A központi

6. ÁBRA. BTTS, HVDM és HVAM beágyazott processzoros egységek
(Forrás: Wigner FK)



számítógép képernyőjén volt elérhető a kalibrálórendszer állapotát tükröző összes adat és a különböző kalibrálási paraméter beállítása/kezelése. Az üvegcső adathálózat a nagy sebesség (100 Mbit/s) mellett biztosítja az elektromos izolációt is. Az adatforgalom izolációján felül az energiaellátás 230 V-os tápellátásánál is galvanikus leválasztást kellett alkalmazni, hogy a három mérőhely a csatlósokon keresztül a legkisebb mértékben se zavarhassák egymást. Nagyfeszültségű problémák esetére vészkapcsolást is rendszeresíteni kellett mindhárom alegységben, amit rádiófrekvenciás (RF) vezérelt hálózati ki-be kapcsolóval oldottunk meg, így a vészkapcsolás a problémás helytől távolabb is megoldható volt.

Az elosztott intelligenciájú, három beágyazott processzoros mérő és vezérlő számítógéprendszer (5. ábra) funkciói:

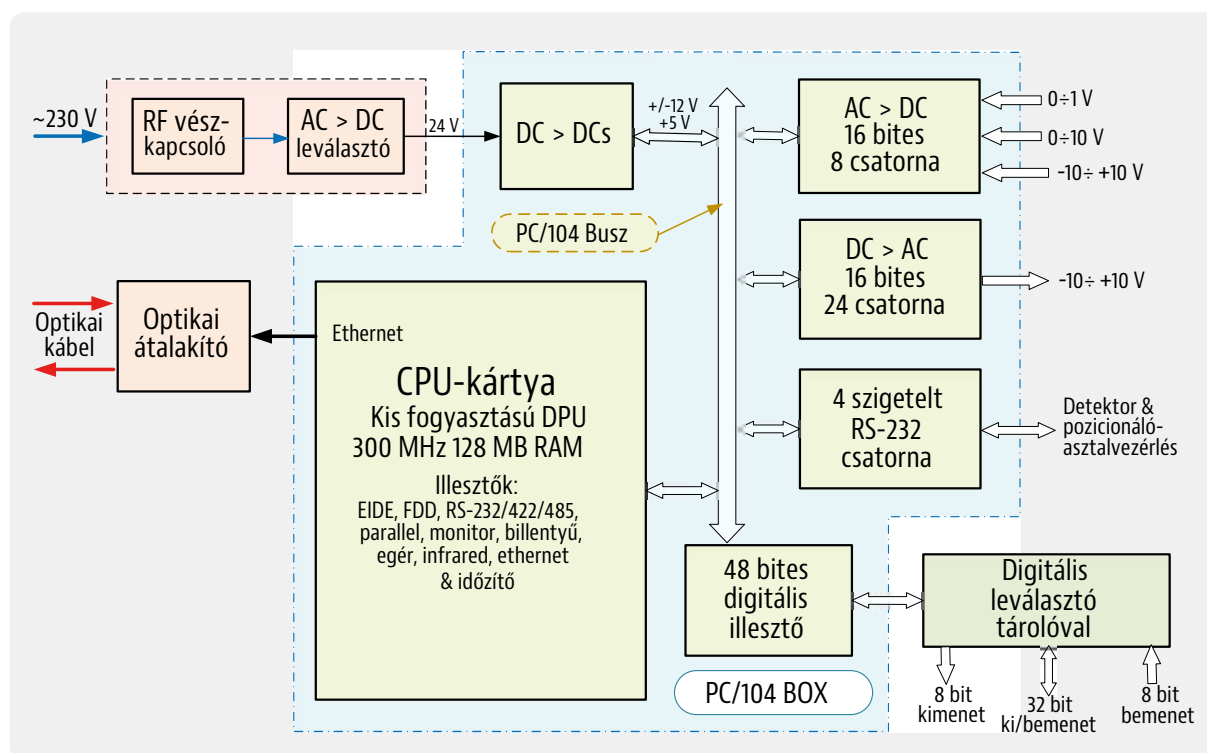
1. Nagyfeszültség közvetlen mérése (High Voltages Direct Measurement – HVDM); a kalibrációhoz szükséges iongenerátor bemenetén méri az általunk kifejlesztett nagyfeszültségű szondák és izolációs erősítők felhasználásával a tényleges feszültséget. A feszültségosztó részben több biztonsági elemet is beépítettünk, hogy ne juthasson nagyfeszültség az érzékeny kisfeszültségi tartományban működő mérőbemenetekre.
2. Az ionforrás működtetéséhez szükséges kiegészítő nagyfeszültségek mérése (High Voltages on Analog Monitor – HVAM), amely a manuális kalibráció számára már alacsony jelszinten valósult meg, azaz itt nem kellett nekünk nagyfeszültségre feszültségosztót beiktatni.
3. Az ionsugár, a mintatartó asztal és a szenzor mérőrendszerének feladata (Beam, Turn-Table and Sensor system – BTTS) a legösszetettebb. (8. ábra) Az ASPERA érzékelőinek kalibrálása egy másfél méter átmérőjű vákuumkamrában,



7. ÁBRA. Magyar fejlesztésű illesztőegységek (Forrás: Wigner FK)

10 cm-es párhuzamos (ion-, illetve semleges) részecskecsugárral történt. Az összeszerelt érzékelők egy minden irányban elfordítható „tárgyasztalra” lettek szerelve, ezáltal a különböző irányú érzékenység mérhető volt a fix irányból érkező ion- és semleges részecskék komponensei esetén. A szenzorok által mért érzékenységi adatok, valamint a mérés paraméterei (koordináták, vákuum, feszültségek stb.) digitális formában továbbítottak a központi hordozható számítógépbe. (5. ábra)

Az automatizált rendszer mindhárom egységében (HVDM, HVAM és BTTS) az Advantech cég PC/104 szabványú PCM-3350 processzorkártyája került alkalmazásra. (6. és 8. ábra) Ez a kártya egy GX1-300 MHz-es, kis fogyasztású, nagy sebességű processzort tartalmazott, [5] Ethernet illesztője 100 MHz-en



8. ÁBRA. A BTTS-rendszer blokkvázlata (Forrás: Wigner FK)

is működött, és a teljes PC/104 modulok skálájának egymásra helyezhetőségének köszönhetően sok különböző interfész-kártyát volt képes fogadni moduláris jelleggel.

A szenzorok adatainak vákuumkamrából való biztonságos kivezetése céljából egy saját fejlesztésű digitális izolációs adaptert alkalmaztunk, amely 32 bites 4 MByte/s-os, kétirányú multiplexált adatbusszal és az adatok átmeneti tárolására szolgáló 4 kilobájtos memóriával rendelkezik, továbbá 3,5 kV-os izolációt biztosít a vákuumkamrában lévő eszközök és a külvilág között. (7. ábra felül) Az adapter tartalmaz 8 bites 3,5 kV-ot elviselő, leválasztott digitális be- és kimenetet is a PC/104 processorkártya számára. A meglévő manuális kalibrálórendszerben csak közvetett mérések voltak az 5-25 kV-os tartományban, de a pontosságuk nem volt kielégítő. Ezért a nagyfeszültségek mérésére nagy pontosságú nagyfeszültségosztót alkalmaztak. (6. ábra alul jobbra, fehér teflon doboz) A már leosztott mérendő feszültséget túlfeszültségtől védő áramköröket galvanikus leválasztó követi (7. ábra alul balra). A továbbított adatok AD-konverziója a HVDM processzoros egységben található.

A 9. ábrán a HVAM-, valamint a KFKI-ban fejlesztett illesztőegységek láthatók az IRF laboratóriumában. A háttérben a vákuumkamra, az előtérben a részecskegenerátor látható.

A szoftver fejlesztése két vonalon valósult meg: a PC/104-es beágyazott processorkártyák számára valós idejű (Real Time – RT), sokfeladatos Linux- (RT-Linux) alapú programrendszert, míg a kezelői felület biztosítására Windows rendszerben grafikus elemeket tartalmazó szoftver készült. A beágyazott processzorok számára az RT-Linux megfelelő szolgáltatású operációs rendszermag (kernel) legmagasabb prioritású feladatként fut Linux környezetben. A valós idejű feladatok kernelmodulként betölthetők, és így a kernel lehetőséget adott az illesztők közvetlen kezelésére, megszakításkezelő rutinok készítésére, nagy felbontású időzítések használatára. A valós idejű operációs rendszer alkalmazását indokolta többek között, hogy négy különböző, soros vonalon illesztett eszközt kellett

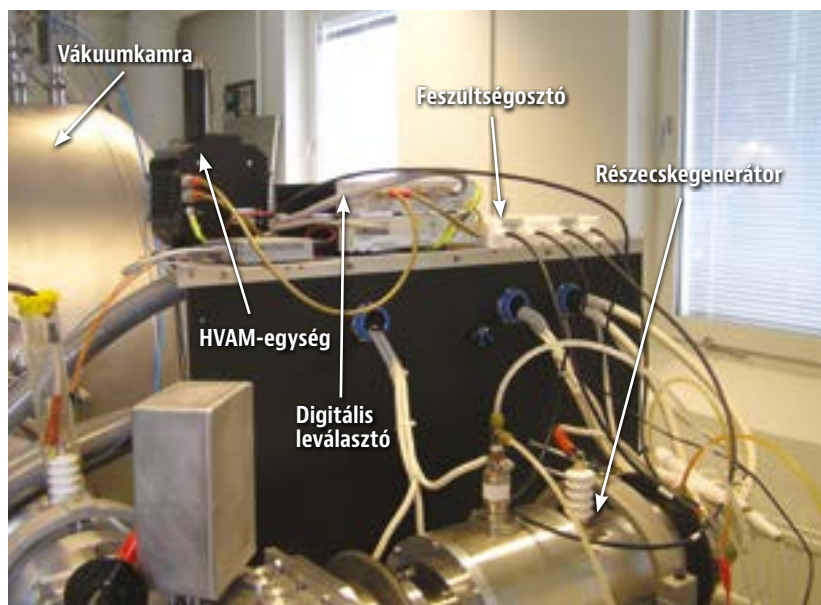
kiszolgálni. Az RT-kernel lehetővé tette, hogy saját futásideőre optimalizált drivereket és nem a viszonylag lassabb, standard Linux-szoftverdrivereket lehetett használni. Nagy mennyiségű adat pontos időzítéssel való beolvasása az I/O-lapról ugyancsak megoldhatatlan lett volna valós idejű operációs rendszer használata nélkül. A kalibrálódó rendszerhez készült illesztőkártyáról másodpercenként több száz kilobájt adatot kellett kiolvasni és adatvesztés nélkül továbbítani az Ethernet kapcsolaton keresztül a kezelői felületet is megjelenítő számítógéphez. Az analóg jelek konverziójának 1 kHz-es ciklusa sem volt kivitelezhető valós idejű óra használata nélkül.

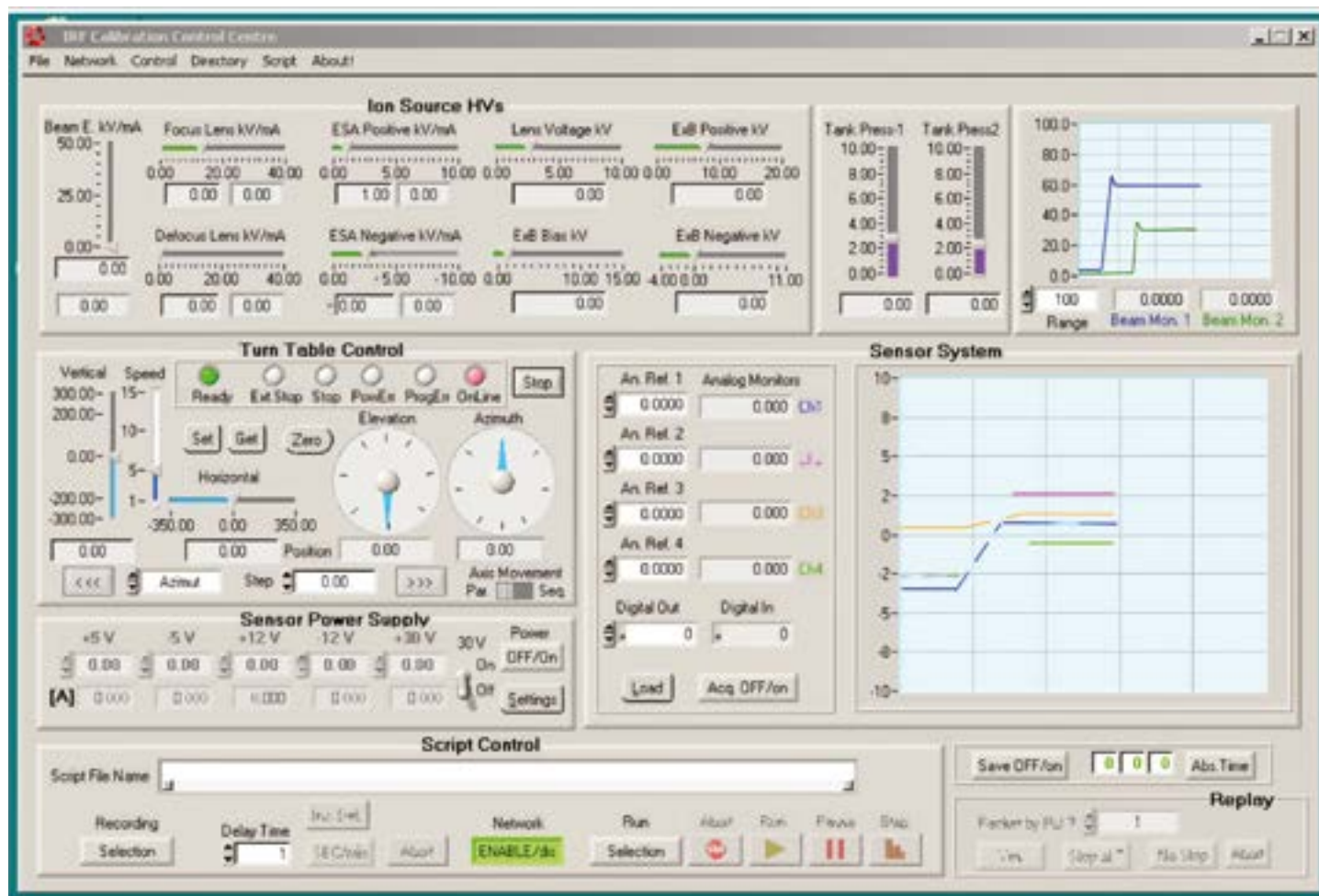
Az RT-Linux az időkritikus feladatokat a valós idejű operációs rendszer kerneléhez készített saját fejlesztésű szoftvermodulokkal oldotta meg. A saját kernelmodulok csak korlátozott memóriaterületet tudtak kezelni. A nagyobb és gyors véletlenszerű adatforgalom miatt egy ún. FIFO-tároló (First In, First Out – elsőként be, elsőként ki) egyenlíti ki az adatok véletlenszerű feltorlódását, így a Linux-rendszerprogramok már nagy adatterületet használhattak átmeneti adattárolásra. Az adatokat Ethernet hálózaton a TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) protokoll-kezelőrutinok továbbították. A TCP gondoskodik a megbízható, sorrendhelyes adatátvitelről a kapcsolatok létesítése, fenntartása és bontása során, míg az IP felelős az adatok csomagolásáért és az egyedi hálózati azonosítók (IP-címek) alapján történő útvonalválasztásért. Ez az adattovábbítási fázis már kellően egyenletes sebességgel működik, így nem jött létre adatvesztés. A feladatok két szinten való megoldása biztosította, hogy a kalibráció minden adata pontosan mintavételezve kerüljön beolvasásra, míg ezek továbbítása, eltárolása és megjelenítése időben kissé eltolódva, a változó adatforgalmat kiegyenlítve történjen.

Az érzékelők kalibrálási folyamata egy hosszantartó mérési sorozat, melynek során egy vagy több mérési paraméter megváltoztatásával ismételt mérési sorozatot kell végrehajtani. Az ASPERA érzékelőinek kalibrálásakor például négy tengelyirányú helyzetét kellett lépéseként vezérelni a többi változatlan paraméter mérése mellett (vákuumérték, az ionforrás különböző paramétereit biztosító nagyfeszültségek), amelyeket naplózni kellett. A vákuumban lévő helyzetbeállító elektronika egy USA-gyártmányú készülék, amelyik nem rendelkezik abszolút helyzetviszajelzéssel, és soros RS-232 szabványú ASCII karaktervezérléssel. Az operátori kezelőfelület (Graphical User Interface – GUI) programja C programozási nyelven készült, és Windows alatt fut. A GUI fejlesztésére a National Instrument cég LabWindows/CVI fejlesztő környezetét használtuk, amely akkoriban kiemelkedően sok, könnyen kezelhető könyvtári függvénnyel rendelkezett, és ezek jelentősen csökkentették a fejlesztési időt.

A különböző pozícióba állító elektromechanikát az annak közelében lévő BTTS beágyazott processzor vezérli a GUI-n beállított pozícióba. A helyzetbeállító, továbbá néhány más paraméter automatikus vezérlése egy könnyen szerkeszthető és olvasható külső fájl feldolgozásával történik. A vezérlés szintaxisa olvashatóan szövegalapú, strukturált adatok szabványos kezelésére használt

9. ÁBRA. HVAM-processzor és a hazai fejlesztésű illesztők/leválasztók a kalibrálórendszerben
(Forrás: Wigner FK)





jelölőnyelvre (eXtensible Markup Language – XML) épült. Az XML szintaxis használata mind a fájl elkészítését, mind annak végrehajtását megkönnyítette. A helyzetbeállító elektronikát működtető XML-fájl készítése nemcsak egy szövegszerkesztő vagy „XML-editor” segítségével állítható elő, hanem a kezelői programban megvalósítottuk a működtetési szekvenciák fájlba való írását is. Természetesen a mérési idők kivárása helyett a megfelelő időértékek számszerű beírásával tárolható az adott állapothoz tartozó adatgyűjtési időtartam. Az ASPERA műszer automatizált kalibrációs GUI kezelői felülete a 9. ábrán látható.

A kifejlesztett program két szálát tartalmaz. A kezelői felület és az adatok grafikus megjelenítése képezi az egyiket, míg a véletlenszerűen és többnyire csoportosan érkező események fogadása és tárolása egy másik szálban történik. Ez a működés megakadályozza, hogy egy eseményre való várakozás adatvesztést okozzon a véletlenszerűen érkező adatfolyamban. Az adattárolás (archiválás) az eseményfogadással azonos szálban történik, míg annak megjelenítése és a kezelői beavatkozások a másik szálban kerülnek feldolgozásra.

A kalibrálórendszer automatizálását a magyar mérnökök időre elkészítették, és így a mérési eredményeket a kalibrálás adataival pontosítani lehetett. E rendszer fejlesztése tette lehetővé, hogy a magyar fizikusok az első közt vehettek részt a Vénusz környezetében végzett mérések kiértékelésében és a tudományos eredmények publi-

kálásában. A svédországi kalibrálórendszer automatizálásának fejlesztésében Szalai Sándor projektvezető mellett részt vett Balajthy Kálmán, Lipusz Csaba, Sódor Bálint, Sulyán János, Szalai Lajos és Tróznai Gábor. A magyar anyagi hozzájárulást az ASPERA-kísérlet fejlesztésében kezdetben a Magyar Űrkutatási Iroda, majd az ESA PECS és később a PRODEX programja támogatta.

10. ÁBRA. GUI kezelői felület (Forrás: SGF Kft.)

HIVATKOZÁSOK

- [1] A Vénuszhoz indított űrszondák listája. https://hu.wikipedia.org/wiki/A_V%C3%A9nuszhoz_ind%C3%ADtott_%C5%B1rszond%C3%A1k_list%C3%A1ja (Letöltve 2025.09.26)
- [2] Welcome to the Cryptic Planet. <https://esamultimedia.esa.int/docs/VENUSEXPRESSLR.pdf> (Letöltve 2025.09.26)
- [3] The general objective of ASPERA-4: Analyser of Space Plasmas and Energetic. <https://sci.esa.int/web/venus-express/-/41518-the-general-objective-of-aspera-4-analyser-of-space-plasmas-and-energetic> (Letöltve 2025.09.26)
- [4] Barabash, S. et al: The analyser of space plasmas and energetic atoms (ASPERA-4) for the Venus Express mission. Planetary and Space Science 55., 1772–1792 <https://doi.org/10.1016/j.pss.2007.01.014>
- [5] PCM-3350 Series. https://advdownload.advantech.com/productfile/Downloadfile2/1-12AIC93/PCM-3350_user_manual_Ed3.pdf (Letöltve 2025.11.28)
- [6] Balajthy K. et al: Elosztott intelligenciájú automatizált rendszer a Venus Express űrmisszió kísérletének kalibrálására. Híradástechnika, 2006/4, 34–38.

1. ÁBRA. A 34 cm-es
felbontásra képes
Maxar Legion
földmegfigyelő műhold
végszerelése [9]



VASÁRUS GÁBOR LÁSZLÓ*

A CIVIL MŰHOLDAS TÁVÉRZÉKELÉS LEHETŐSÉGEI

VÉDELMI ÉS RENDÉSZETI VONATKOZÁSOK AZ OROSZ–UKRÁN HÁBORÚ PÉLDÁJÁN

Összefoglalás: A tanulmány a műholdas távérzékelés katonai és biztonságpolitikai célú alkalmazását vizsgálja az orosz–ukrán háború példáján. Bemutatja, miként segíti a civil műholdképeken alapuló térinformatikai és spektrális elemzés a katonai logisztikai infrastruktúra, a csapatmozgások és a harctéri károk nyomon követését. A nyílt forrású adatok elemzése hozzájárul a modern hadviselés átláthatóságához.

Kulcsszavak: távérzékelés, térinformatika, orosz–ukrán háború, műholdképelemzés, logisztika, GIS

Abstract: This study explores the military and security-related use of satellite remote sensing, using the Russo-Ukrainian war as a case study. It presents how civil satellite imagery, combined with GIS and spectral analysis, supports the monitoring of military logistics, troop movements, and battle damage. The analysis of open-source data contributes to transparency in modern warfare.

Keywords: remote sensing, geoinformatics, Russo-Ukrainian war, satellite image analysis, logistics, GIS

BEVEZETÉS

A műholdas távérzékelés és a földrajzi információs rendszerek (Geographic Information System – GIS) kiemelkedő jelentőséggel bírnak a földtudományokban, mivel lehetőséget biztosítanak a Föld felszínének, természeti és antropogén folyamatainak térbeli és időbeli vizsgálatára. Az elmúlt évtizedekben a távérzékelés területén végbement kereskedelmi változások és a technológiai fejlődés jelentős hatást gyakorolt a földmegfigyelési adatok elérhetőségére és feldolgozási lehetőségeire. Ennek részletes összefoglalását Bozsó István publikálta a Haditechnika folyóirat hasábjain. [1]

A korábban kormányzati monopóliumként működő űrtávérzékelési rendszerek mellett napjainkra a magánszektor által üzemeltetett műholdak is hatalmas mennyiségű, időben és térben nagy felbontású adatot biztosítanak, amelyek új dimenziót nyitnak a környezet- és földtudományi alkalmazásokban. Az optikai, infravörös és radaralapú szenzortechnológiák fejlődésével immár a centiméteres

* PhD, ELTE KRTK
Regionális Kutatások
Intézete, tudományos
munkatárs. ORCID:
0000-0001-5375-9107

optikai felbontás és magasságérzékelés is elérhetővé vált, ami lehetővé teszi a természeti és antropogén folyamatok eddig soha nem látott részletességű elemzését. [2]

A KORSZERŰ MŰHOLDAS FÖLDMEGFIGYELŐ MŰHOLDOK ALKALMAZÁSA

A térinformatikai rendszerek biztosítják a lehetőséget a földrajzi adatok tárolására, elemzésére és vizualizációjára. A térinformatikai elemzések révén feltárhatók a műholdas távérzékeléssel gyűjtött adatok térbeli összefüggései, ami hozzájárul a komplex földtudományi modellek kidolgozásához. A GIS eszköztárat széles körben alkalmazzák többek között geomorfológiai térképezésben, katasztrófakockázat-elemzésben, városi területhasználati vizsgálatokban, valamint a fenntartható tájhasználati tervezésben. Az új generációs műholdas megfigyelőrendszerek integrálása az egyre fejlettebb adatelemzési módszerekkel – beleértve a gépi tanulási modelleket – olyan mértékben bővítette a távérzékelési alkalmazások spektrumát, ami néhány évtizeddel ezelőtt még elképzelhetetlen volt. [3]

A multi- és hiperspektrális műholdrendszerek (pl. Sentinel-2, Landsat-8, MODIS, AVIRIS-3 és a PRISMA) infravörös és látható tartományban rögzített adatai alapján pontosan meghatározható a vegetáció vízellátottsága és egészségi állapota, [4] így például alkalmasak az esetleges erdőtüzek feltérképezésére. A gépi tanulási algoritmusok lehetővé teszik a hatalmas adattömegből történő releváns információk kinyerését, ami a tudományos kutatás és a gyakorlati döntéshozatal számára egyaránt számos lehetőséget tartogat. [5]

A spektrális visszaverődési jellemzők elemzésével az egyes agrárkultúrák differenciálhatók, így nagy területekre kiterjedő növényfaj-specifikus becslések készíthetők. Ennek segítségével detektálhatók az illegális növénykultúrák, például a kokacserje- és a marihuánaültetvények. A fotoszintetikus aktivitás és a spektrális visszaverődési jellemzők alapján ezek a növények elkülöníthetők a hagyományos agrárkultúráktól, mivel specifikus infravörös reflektanciát mutatnak. Így a hatóságok könnyebben tudnak fellépni e téren, ami nagy fontossággal bír a közép- és dél-amerikai konfliktusok jövőjét illetően. [6]

Az elmúlt években e területen drámaian felgyorsult az innovációs ütem. Az olyan kereskedelmi műholdak, mint a QuickBird (2001) és a GeoEye-1 (2008), jelentősen javították a távérzékelési adatok minőségét, lehetővé téve a 60 cm-es geometriai felbontás elérését, majd az ezt követő években a 34 cm-es szint is elérhetővé vált. (1. ábra, 1. táblázat) [7][8]

Az erdőtüzek észlelésére is alkalmas földmegfigyelő műholdrendszerek, mint például a NASA MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer – közepes felbontású képalkotó spektrométer), a VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite – látható infravörös képalkotó radiométerrendszer) és az ESA Sentinel-3 misszió a hírszerzésben is releváns információkat szolgáltathatnak, különösen a tűzérzékelési és a légi csapások hatásainak felméréséhez. Ugyanakkor e műholdak a katasztrófavédelmi szervek számára is hatékony területi adatokat tudnak szolgáltatni a károk megelőzésében és a katasztrófákat köve-

tő mentési műveletek során is. E műholdak érzékelői 375 métertől (VIIRS) 1 kilométerig (MODIS) terjedő térbeli felbontásban képesek detektálni a felszíni hő kibocsátás anomáliáit, így konfliktusok esetén alkalmasak pl. tűzérzékelési találatok által okozott tüzek nyomon követésére és az infrastruktúrában keletkezett károk becslésére. [10]

ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEK AZ OROSZ-UKRÁN HÁBORÚ PÉLDÁJÁN

Az említett rendszerek lehetőséget biztosítanak a nagyobb léptékű károsodások megfigyelésére, például egy olajfinomító vagy ipari létesítmény elleni csapás esetén. A hőképek és infravörös sávok elemzése alapján a robbanások által kiváltott másodlagos tüzek dinamikája és kiterjedése is rekonstruálható, ami segíti a harctéri károk kiértékelését (BDA – Battle Damage Assessment). Az operatív alkalmazás során a termális infravörös érzékelővel rendelkező műholdak adatai integrálhatók a katonai célú földmegfigyelő rendszerekkel, például a Landsat-8/9 TIRS (Thermal Infrared Sensor) vagy a WorldView SWIR (Shortwave Infrared) sávjaival, amelyek akár 30 méteres termális infravörös és 3,7 méteres közeli infravörös felbontást kínálnak, így még pontosabb célazonosításra és hatásbecslésre nyújtanak lehetőséget. A műholdas tűzérzékelés tehát valós idejű

1. TÁBLÁZAT. Néhány jellegzetes földmegfigyelő műhold képessége (A szerző szerkesztése [7][8][9] alapján)

Műhold neve	Felbontás	Elérhető spektrumok	Használatba vétel éve
Kis felbontás (Low Resolution – LR)			
MODIS	250 m (vörös és közeli infravörös «NIR»), 500 m (kék, zöld, rövidhullámú infravörös «SWIR»), 1 km (termális)	Látható, NIR, SWIR, termikus infravörös (TIR)	1999
VIIRS	375 m (I-sávok), 750 m (M-sávok)	Látható, NIR, SWIR, TIR	2011
Közepes felbontás (Medium Resolution – MR)			
Landsat-8 OLI	15 m (pankromatikus), 30 m (multispektrális)	Látható, NIR, SWIR	2013
Sentinel-2 MSI	10 m (kék, zöld, vörös, NIR), 20 m (vörös szél, SWIR), 60 m (egyéb)	Látható, NIR, SWIR	2015
Nagy felbontás (High Resolution, HR)			
SPOT-7	1,5 m	Látható, NIR	2014
RapidEye	5 m	Látható, NIR	2008
PlanetScope	3 m	Látható, NIR	2016
Nagyon nagy felbontás (Very High Resolution – VHR)			
WorldView-3	0,31 m (pankromatikus)	Látható, NIR, SWIR	2014
	1,24 m (multispektrális)		
GeoEye-1	0,41 m (pankromatikus)	Látható, NIR	2008
	1,65 m (multispektrális)		
Pleiades-1A	0,5 m (pankromatikus)	Látható, NIR	2011
	2 m (multispektrális)		
WorldView Legion	0,34 m (pankromatikus)	Látható, NIR	2024
	1,36 m (multispektrális)		
Jilin-1 Kuanfu 01	0,5 m (pankromatikus)	Látható, NIR	2020
	2 m (multispektrális)		



2. ÁBRA. Tüzérségi eszközök számának csökkenése 2022 és 2025 között a Lesznoj Gorodok (Лесной Городок) melletti laktanya példáján (É: 51°44' 38.35", K: 113°2' 7.06") (A szerző szerkesztése [14] alapján)

helyzetképet biztosít, támogatja a csapások hatékonyságának értékelését, és hozzájárul a precíziós hadviselés továbbfejlesztéséhez, különösen az aszimmetrikus hadműveletek és az infrastruktúrát érintő támadások esetében. [11]

A nagy felbontású civil földmegfigyelő műholdak kiegészítő szerepet tölthetnek be a katonai logisztikai infrastruktúra, így a hadianyag-, a páncélos- és a járműtároló bázisok, valamint a javítóállomások megfigyelésében. [12] Az orosz–ukrán háború során különös figyelem irányul az orosz haderő központi tároló telephelyeire, hisz az itt elhelyezett állomány változása közvetett indikátor az orosz páncélos és tüzérségi eszközök utánpótlásának fenntarthatóságáról. A kereskedelmi műholdfelvételek, mint például a Maxar Technologies WorldView–3 vagy a Planet Labs PlanetScope rendszerének 30–40 cm-es optikai felbontású képei lehetővé teszik az egyes harcjárművek azonosítását, tárolásuk nyomon követését, valamint az esetleges sérült vagy javítás alatt álló eszközök lokalizálását. (2. ábra) Katonai bloggerek e civil műholdak alapján igyekeznek nyomon követni az orosz haderő hadianyag-veszteségeit. [13] Ennek mikéntjére kívánok a következőkben gyakorlati példával szolgálni.

A Covert Cabal és a Highmarsed fantázianevű blogok készítői által vezetett csoport részletes táblázatot készített a tárolt járművekről. [15] Ennek jelentősége abban rejlik, hogy kizárólag kereskedelmi műholdfelvételek alapján szisztematikusan követik a katonai logisztikai telephelyek mozgását, és ez áttételesen következtetni enged az eszközveszteségekre. A módszertan alapja a műholdképek időbeli összehasonlítása, ami a járművek egyenként történő azonosítására alapoz. Ezek az elemzések hozzájárulnak a csapatmozgások, utánpótlási vonalak és fegyverrendszerek operatív alkalmazásának követéséhez, segítik a hadiipari infrastruktúra működésének megfigyelését, a katonai erőforrások hosszú távú felhasználásának becslését és a harctéri veszteségek objektív hitelesítését.

A 3. ábrán látható műholdképeken a Kosztroma oblasztjában (körzetben), Buj (Буй) település mellett található 22. depó példáját (É: 58°27'51.76" K: 41°30'27.73") figyelhetjük meg, mely elérhető a Google Earth Pro szoftverben, így az olvasó is megtekintheti nagy felbontásban. A terület déli peremén található a korszerű, T–80-as harckocsik (A) és a karbantartó állomás, közepén a többi harckocsit raktározták (B), míg keleti oldalon a gyalogsági harcjárműveket helyezték el (C és D). Jól megfigyelhető a telephely folyópart felőli peremén fekvő két részleg (E), melyekben jóformán csak roncsok, többé-kevésbé megbontott járművek találhatók. Ezek legfeljebb alkatrészek kiemelése céljából hasznosíthatók. A némileg elkülönülő nyugati (F) területen teherautókat tárolnak.

A 2024. szeptemberi és a 2021. nyári képek összevetésével jól láthatjuk nemcsak a mennyiségi fogyást, hanem azt is, hogy a jobb állapotú járművek szinte elfogytak a telephelyről. 764-ről 103-ra csökkent a harckocsik száma a középső területen (B), és a legjobb állapotú 338 db T–80-ból is csak 78 maradt a déli zónában (A). Az 1352 db gyalogsági harcjárműből és egyéb páncélosból is csak 600 maradt, és ezek közül is csupán mintegy 200 db tekinthető jó állapotúnak (C és D). Természetesen az épületekben tárolt járművek száma ismeretlen. A 2024. évi képen látható, hogy csupán a peremen tárolt megbontott járművek száma nem változott.

TÁBORI ERŐDÍTMÉNYEK ÉS MŰTÁRGYAK KÖVETÉSE, REKONSTRUKCIÓJA

A civil földmegfigyelő műholdak nemcsak a logisztikai infrastruktúra és a hadianyag-mozgások, hanem a harctevékenységek közvetlen és közvetett nyomon követésére is alkalmasak. A műholdfelvételek rendszeres elemzésével az orosz–ukrán háborúban azonosíthatók a tüzérségi állások, a lövészárkok és az elpusztult haditechnikai eszközök, amelyek a harcok intenzitására és térbeli dinamikájára, így közvetetten az alkalmazott doktrínákra vonatkozólag is engednek következtetéseket levonni.

A domborzat változását radar-interferometriával detektálni képes rendszerek (pl. Sentinel–1) a lövészárkok és erődített állások földfelszíni alakzatait is fel tudják mérni, mivel ezek a beavatkozások a terep eredeti topográfiáját módosítják. Az ilyen védelmi vonalak megfigyelése fontos információkat nyújthat a hadszíntér műszaki előkészítéséről, valamint a védekező erők térbeli elhelyezkedéséről.

Az elpusztult vagy megrongálódott járművek azonosítása segíthet felmérni a harci veszteségek alakulását. Statikus célpontok, pl. pontonhidak figyelése is lehetséges.

A 4. ábrán a Krím északi peremén kiépített védelmi állásokra láthatunk példát, ahol a lövészárkokon kívül tüzéségi állásokat is megfigyelhetünk. Az álláskomplexum érdekessége, hogy a középkori Perekop-fal (más néven Török-fal vagy Tatár-árok) felhasználásával létesült (A). Ez a Krím félszigetet az ukrán szárazfölddel összekötő Perekopi-földszoroson húzódó, 10 km hosszú történelmi védelmi vonal része, a Or-kapi erőddel együtt. [16] A védelmi rendszer egy földtöltésből (sáncból) és az előtte húzódó árokból állt. Utóbbi mélysége és szélessége egyes részen eléri a 10 métert; az eredeti szerkezet földből készült, amelyet később kővel erősítettek meg. A Perekop-fal és az erőd előtti egykori árok ma nagyságrendileg 10-20 méter széles, 2-5 m mély, tehát komoly akadályt képez. Felhasználása logikus, de a történelmi emlékek megkímélése szempontjából aggodalomra adhat okot.

Jól láthatjuk a hagyományos komplex árokrendszert: az első (C) és a második (D) védelmi vonalat futóárkok (F) kapcsolják össze, kiegészítve köztes tüzéségi állásokkal (E). A háború tapasztalatai alapján kiterjedt aknamező egészítheti ki azt. A két jól elkülönülő árokvonal előtt és mögött is kiegészítő állások láthatók, még a kép jobb alsó sarkában található dácás (hétvégi nyaralós) övezetben is. A főutak mentén kiegészítő műszaki akadályok láthatók (B), melyekbe nagy mennyiségű acél harckocsiakadályt és szögcsapót építettek be. Az így kapott képek lehetővé teszik a szakértők számára az objektumok analízisét ingyen vagy viszonylag olcsón elérhető nyilvános forrásokból.

A MŰHOLDAS MEGFIGYELÉS KORLÁTAI ÉS KIJÁTSZHATÓSÁGA

Bár a civil műholdak használata jelentősen növelheti a harctér átláthatóságát, komoly korlátokkal is bír. Az egyik legfőbb probléma, hogy a nem katonai műholdak pályadatai nem titkosak, így a hadviselő felek pontosan ismerik, hogy mikor esik egy adott régió az észlelési időablakba. Ez lehetőséget biztosít az álcázásra, megtévesztésre vagy a csapatmozgások időzítésére oly módon, hogy azok elkerüljék a műholdas megfigyelést. Továbbá lehetséges hamis célpontok létrehozása, amelyeket a műholdak nem képesek megkülönböztetni a valódi eszközöktől, járművektől. A naponta egyszer-kétszer észlelő optikai műholdak, például a Maxar WorldView-4 vagy az Airbus Pleiades Neo csak limitált idősoros elemzést tesznek lehetővé, így az ehhez képest gyors csapatmozgások nyomon követése nehézkes, a Sentinel-1 műholdak 6-12 napos visszatérési időablaka pedig csak statikus objektumok figyelését teszi lehetővé. Emellett a felhős, ködös téli idő az optikai műholdakkal végzett észlelést akár hónapokra is ellehetetlenítheti. [17]

A kettős felhasználásra alkalmas műholdak számának gyors növekedése egyben kiemeli a műholdak elhárításának vagy zavarásának kérdését. Mivel több száz földmegfigyelő műhold kering alacsony Föld körüli pályán, megsemmisítésük technikailag lehetséges, azonban saja-

tos kérdéseket vet fel. Amennyiben figyelembe vesszük az ilyen műholdak nagy számát és a törmelékek hatását a Föld körül keringő többi eszközre, akkor belátható, hogy a megsemmisítés potenciálisan nagy anyagi károkkal és politikai feszültségekkel járna, így a fizikai megsemmisítés nem tűnik reális megoldásnak, [18] továbbá a nemzetközi jogban sem kezelik megfelelően a kérdést, minthogy a jogszabályok nem követték le a gyors fejlődést. [19]

TOVÁBBI PÉLDÁK A CIVIL TÁVÉRZÉKELÉS FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGEIRE

A tanuló algoritmusok képesek lehetnek kiemelni a lehetséges katonai célpontokat, így például tüzéségi állásokat, lőszerraktárakat vagy harckocsi-koncentrációkat, amelyek később precíziós fegyverek célpontjaivá válhatnak. Azonban ez a technológia jelenleg nem tökéletesen megbízható, alkalmazása pedig járulékos veszteségekkel is járhat. Továbbá a kereskedelmi műholdfelvételekhez való hozzáférés nem azonnali, a feldolgozás és a beszerzés több órát vagy akár napokat vehet igénybe, ami jelentős késleltetést eredményezhet a döntéshozatal során. A műholdas hírszerzés feldolgozásához nagy mennyiségű kép és adatsor kiértékelése szükséges, ami a célfelismerő algoritmusok fejlesztése nélkül rendkívül idő- és munkaigényes folyamat. [20][21]

Érdemes megjegyezni, hogy a civil távérzékelő műholdak adataiból összeállított georeferált GIS-adatbázisok jelentős szerepet tölthetnek be a hadtörténeti rekonstrukcióban,

3. ÁBRA. A Buj melletti telephely járműállományának fogyása (A szerző szerkesztése [14] alapján)





4. ÁBRA. Védelmi vonal a Krim félszigeten, 2022 októberében (A szerző szerkesztése [14] alapján)

különösen az egykori várak, erődítések, lövészárkok és egyéb katonai védelmi rendszerek azonosítása és feltérképezése terén. [22] Az új, nagy felbontású multi- és hiperspektrális műholdfelvételek, például a Sentinel-2 vagy a WorldView-sorozat adatai jobb lehetőséget kínálnak a felszínborítás és a vegetációs mintázatok eltéréseinek észlelésére, amelyek rejtett vagy erodálódott földművek,

építmények nyomaira utalhatnak. A műholdas GIS-alapú elemzés nagy területekre kiterjedő, nem invazív módszert kínál, amely hatékonyan egészíti ki a hagyományos régészeti és hadtörténeti kutatásokat. Az így nyert távérzékelési adatok hozzájárulnak az egykori katonai célú épületek és műtárgyak átfogóbb rekonstrukciójához.

ÖSSZEĞZÉS

A civil műholdas távérzékelési rendszerek komoly előnyt biztosíthatnak a katonai hírszerzés számára, különösen stratégiai szinten, azonban taktikai alkalmazásuk számos korláttal rendelkezik. Ezen tényezők miatt a nem katonai műholdas távérzékelés eredményeiből összeálló adatbázisok önmagukban nem helyettesíthetik a katonai hírszerzési forrásokat, de jelentős kiegészítő szerepet játszhatnak a modern hadviselésben, különösen a stratégiai döntéshozatal és a műveleti tervezés területén. A műholdak ketős – polgári és katonai – rendeltetésű alkalmazása felveti a kérdést, hogy a hadviselő felek által végrehajtott megsemmisítésük vagy zavarásuk milyen megítélés alá esne a nemzetközi jog keretei között. A jelenlegi elfogadott szabályozás e tekintetben nem nyújt egyértelmű iránymutatást. A nyilvánosan elérhető műholdfelvételek egyben lehetővé teszik a civil kutatók számára, hogy éppen zajló vagy múltbeli konfliktusok egyes aspektusait rekonstruálhassák.

HIVATKOZÁSOK

- [1] Bozsó István: A műholdas földmegfigyelés történelmi és technikai háttere. *Haditechnika*, 2024/2, 48–53. <https://doi.org/10.23713/HT.58.2.09>
- [2] McCarthy, Matthew et al.: Satellite remote sensing for environmental sustainable development goals: A review of applications for terrestrial and marine protected areas. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 2025/7, #101450. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2025.101450>
- [3] Nagyvárad László: Tájékozódás, térképészet, távérzékelés. Egyetemi tankönyv, PTE TTK, Pécs, 2007, 140.
- [4] Seguini, Lorenzo et al.: Annual winter crop distribution from MODIS NDVI timeseries to improve yield forecasts for Europe. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2024/130, 103898. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2024.103898>
- [5] Verőné Wojtaszek Mária: Távérzékelés a mezőgazdaságban. Magyar Mezőgazdaság, 2020/9, 25–28.
- [6] Pesaresi, Martino: Textural analysis of coca plantations using remotely sensed data with resolution of 1 metre. *International Journal of Remote Sensing*, 2008/29, 6985–7002. <https://doi.org/10.1080/01431160802220177>
- [7] Zhang, Zhengyang et al.: Recent Advances in Using Chinese Earth Observation Satellites for Remote Sensing of Vegetation. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2023/195, 393–407. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2022.12.006>
- [8] Di, Liping – Yu, Eugene: *Remote Sensing Big Data*. Springer Nature, Cham, 2023, 295. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-33932-5>
- [9] WorldView Legion photograph. 2024 Maxar Space Systems <https://www.maxar.com/worldview-legion> (Letöltve: 2025.03.31.)
- [10] Teodoro, Ana – Duarte, Lia: The Role of Satellite Remote Sensing in Natural Disaster Management. In: Denizli, Adil et al. (szerk.): *Nanotechnology-Based Smart Remote Sensing Networks for Disaster Prevention*. Micro and Nano Technologies, Elsevier, 2022, 189–216. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91166-5.00015-X>
- [11] Harrison, Todd: Commercial Space Remote Sensing and Its Role in National Security. CSIS, 2022. <https://www.csis.org/analysis/commercial-space-remote-sensing-and-its-role-national-security> (Letöltve: 2024.03.15.)
- [12] Dickey, Robin – Gleason, Michael: Space and War in Ukraine: Beyond the Satellites. *Æther: A Journal of Strategic Airpower & Spacepower*, 2024/3, 20–35. https://www.airuniversity.af.edu/Portals/10/AEther/Journal/Journals/Volume-3_Number-1/Dickey_Gleason.pdf (Letöltve: 2025.03.18.)
- [13] Base for Storage of Weapons (BHiRVT). *Global Security*. <https://www.globalsecurity.org/military/world/russia/bhivrt-tstrb.htm> (Letöltve: 2025.03.11.)
- [14] Google Earth Pro Szoftver. <https://www.google.com/intl/hu/earth/about/versions/>
- [15] https://docs.google.com/spreadsheets/d/1FnfGcdqah5Et_6wElhiFfoDxEzxczh7AP2ovjEFV010/htmlview# (Letöltve: 2025.03.11.)
- [16] Melvin, Mungo: *Sevastopol's Wars: Crimea from Potemkin to Putin*. Osprey Publishing, 2017, 752.
- [17] Clarke, C. Keith: Geospatial Intelligence. In: Kobayashi, A. (szerk.): *International Encyclopedia of Human Geography*. Elsevier, 2020, 127–130. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102295-5.10550-5>
- [18] Frey Sándor: Fegyvertesztekkel a nagy műholdsseregek ellen. *Haditechnika*, 2024/4, 35–39. <https://doi.org/10.23713/HT.58.4.07>
- [19] Aoki, Setsuko: International Law of the Military Uses of Outer Space in Light of the War in Ukraine as the First Commercial Space War. In: Furuya, Shuichi et al. (szerk.): *Global Impact of the Ukraine Conflict*. Springer, Singapore, 2023, 313–337. https://doi.org/10.1007/978-981-99-4374-6_15
- [20] Albon, Courtney: How Commercial Space Systems Are Changing the Conflict in Ukraine. *C4ISRNET*, 2022. <https://www.c4isrnet.com/intel-geoint/2022/04/25/how-commercial-space-systems-are-changing-the-conflict-in-ukraine/> (Letöltve: 2025. 04. 12.)
- [21] Kovács Zoltán: Korszerű távérzékelési módszerek alkalmazása a nemzetbiztonsági szolgálatok munkájában. In: Burai Péter (szerk.): *Távérzékelés: Korszerű távérzékelési módszerek*. Katonai Nemzetbiztonsági Szolgálat, Budapest, 2024, 245–256.
- [22] Juhász Attila: Hadtörténelmi és katonai objektumok rekonstrukciója térinformatika és távérzékelés segítségével. In: 17. Építőmérnöki Tudományos Tanácskozás közleményei, 2024, 7–18.



MÉSZÁROS ZALÁN* – VÁMOS ZOLTÁN** – BEREK TAMÁS***

1. ÁBRA. Az ypernihez hasonló fúvó gáztámadás az I. világháborúban [3]

VERSENYFUTÁS AZ ÉLETÉRT

A GÁZÁLARCOK ÉS VÉDŐRUHÁK RÖVID TÖRTÉNETE I. RÉSZ

Összefoglalás: Az I. világháború során jelent meg a vegyi hadviselés, ami rengeteg ember elé állított új kihívásokat a politikusoktól kezdve a katonai vezetőkön át a tudósokig. Ezzel új fegyverekre és az új harcmodor elleni védekezés eszközeire, az egyéni vegyivédelmi eszközökre is igény született. Korabeli források és modern összefoglaló munkák feldolgozásával bemutatjuk ezek fejlődését 1915-től napjainkig, a Magyarországon alkalmazott eszközökre koncentrálnak.

Kulcsszavak: vegyivédelmi védőeszközök, gázvédelem, gázálarc, ABV védelmi eszközök

Abstract: Chemical warfare came to being during World War I, which posed a challenge to numerous people, from politicians through military leaders to scientists. To protect soldiers against the effects of the new weapons, individual protective equipment was invented and deployed. We introduce the development process of these items from 1915 to present days based on written sources, focusing mainly on equipment used in Hungary.

Keywords: CBRN protective equipment, gas defense, gas mask, NBC protection

BEVEZETÉS

Az egyéni vegyivédelmi védőeszközökről számos cikk, tanulmány, internetes bejegyzés és könyv készült már, lévén igen nagy és összetett a témakör. Kétrészes cikkünkben röviden feltárjuk, hogy milyen körülmények és szempontok alakították ezen védőeszközöket, valamint bemutatjuk azok fejlődésének főbb állomásait, képet adva a jelenlegi katonai védőeszközök magyarországi helyzetéről.

A vegyi anyagok mint fegyver alkalmazására már az ókorban is voltak példák. A görögök és a rómaiak különböző mérgező füstöket, esetenként port használtak az ellenségeik ellen, legtöbbször városok és erődítések ostroma során. Ilyen esetekben gyakran ként, arzént, egyéb mérgező anyagokat vagy más, sűrű füsttel égő keverékeket égettek. Ezek az eljárások azonban ritkák és kiforratlannak voltak, emellett nagy kockázatot jelentettek nemcsak az ellenségre, hanem az alkalmazókra nézve is. [1] A szél ugyanis rendkívüli befolyásoló tényező a terjedésnél, és egy hirtelen szélirányváltozás során nem az ellenséges, hanem a saját csapatok kerültek a kiengedett anyagok hatása alá. Mivel ebben az időben természetesen vegyivédelmi

* Százados, MSc, MH SL 102. vh. e., értékelő tiszt. ORCID: 0009-0006-9368-3198

** Főhadnagy, MSc, NKE HHK, gyakorlati oktató. ORCID: 0009-0009-3432-8251

*** Ezredes, PhD, NKE HHK, egyetemi tanár. ORCID: 0000-0001-8358-6139





2. ÁBRA. Nátrium-fenoláttal átítatott, angol „Tube helmet”, vagy „P helmet” az I. világháború időszakából [5]

védőfelszerelések sem léteztek, ilyen helyzetben súlyos veszteségek érhatték mind a saját, mind az ellenséges csapatokat.

A vegyi fegyverek és a szakmai értelemben vett vegyi harc, vegyi hadviselés az I. világháborúban alakultak ki. A lövészárk-harcászat során hamar kiderült, hogy az addig rendelkezésre álló fegyverekkel és harcászati eljárásokkal az ellenség védelmét általában nem lehet áttörni, vagy ha mégis, akkor az elszenvedett súlyos veszteségek miatt a siker kifejlesztésére már nem volt lehetőség. Az ellenség beérkező tartalékai gyakran még az addig megszerzett területeket is visszafoglalták, így az arcvonalak gyakorlatilag évekig egy helyben maradtak.

Első ízben 1914 augusztusában, az argonne-i erdőben, a franciák alkalmaztak vegyi fegyvert, amely egy brómeteszterrel töltött puskagránát volt. [2] A francia rendőrség által korábban tömegoszlatásra használt eszköz nem volt túl hatékony, azonban megnyitotta az utat a vegyi fegyverek alkalmazása előtt, ami kezdetben csak ingerlő anyagok bevetésére terjedt ki. Kezdetben a mérgező harcanyagokat korlátozottan alkalmazták, mivel egyik oldalon sem rendelkeztek a katonák gázálarcokkal, így nemcsak az ellenségre, hanem a saját csapatokra is veszélyt jelentettek. Az állásháború kialakulása után egyre inkább felmerült az igény egy olyan fegyverre, amely könnyen és olcsón alkalmazható nagy mennyiségben, és jelentős veszteségeket tud okozni az ellenségnek. A megoldást Fritz Haber német vegyész, kémikus találta meg, aki elkezdte kísérleteit egy olyan gázfegyver előállítására, amely lehetővé tette az áttörést az antant állásain

„1915. április 22-én délután kedvező széljárás uralkodott és a halálos, 600–900 méteres sugarú, sárgászöld felhő 2-4 m/s sebességgel megindult a francia állások felé. A klórgáz hatása még a németeket is sokkolta. A 6-8 perc alatt kifújt klórgáz szinte elsöpörte a francia védelmet, s maga után hagyott mérgezést szenvedett beteget, illetve halottat. Az elért eredményre a német csapatok sem voltak felkészülve. Az említett 6 km-es frontszakasz birtokbavételéhez ugyanis nem összpontosítottak megfelelő

létszámot. Mire a szükséges erő rendelkezésre állt, a francia csapatok újra birtokba vették állásaikat, készen állva a védelemre". [2] Ez volt az yperni (klór)gáztámadás, a vegyvédelmi szakma által első, mérgező harcanyag-alkalmazásnak tekintett vegyiharc-esemény.

Több mint egy évvel később, 1916. június 29-én az Osztrák–Magyar Monarchia csapatai is végrehajtották az első fúvó gáztámadásukat az olasz fronton a VII. hadtest alárendeltségében. Körülbelül 8000 palack gázt vetettek be eredményesen, azonban a túl korán megkezdett, ám lassú támadás, a nem megfelelő mennyiségű védőeszköz, az elégtelen összeköttetés és a kevés tartalék miatt mégsem sikerült áttörést elérni. [4]

Ázért, hogy a vegyi fegyver által keltett hatást ki tudják használni, az alkalmazó félnek a saját csapatait valamilyen védőeszközzel kellett ellátnia. Szükséges volt a védőeszköz azért is, mert a meteorológiai előrejelzés ellenére gyakran előfordult, hogy a szél visszafújta a harcanyagot az alkalmazó csapatokra, illetve ellenséges vegyítámadás esetén. Ilyen eset történt például 1915. szeptember 25-én Loos mellett, Belgiumban. Ekkor a britek 5500 tartálynyi klórgáz bevetésével kívánták „felpuhítani” az ellenséges védelmet. A gáztámadás részben kudarcot vallott, mivel a kedvezőtlen széljárás miatt egyes szakaszokon nem érte el az ellenséges állásokat a gáz, máshol egyenesen visszafújta a brit csapatokra azt, jelentős veszteségeket és zűrzavart okozva. [5]

A vegyi harcanyagok egyre gyakoribb és egyre nagyobb mértékű bevetése miatt, valamint a loosihoz hasonló incidensek elkerülése érdekében, mindenképpen szükségessé vált a katonák védelmére szolgáló eszközök biztosítása, így megjelentek az első légzésvédelmi eszközök a hadszíntereken.

Az iparban ekkor már használtak különböző légzészédelmi eszközöket, a csapatok tömeges ellátása azonban főleg az alapanyag és a gyártókapacitás hiánya miatt nem valósult meg. Kezdetben ezért sajátos, egyedi megoldásokkal, szükségeszközökkel próbálkoztak. „Ezek különböző folyadékokkal átitatott zsebkendőkből, levert aljú és földbe dugott üvegpalackokból álltak, amelyeken keresztül próbálták lélegezni. Ezek az eszközök azonban semmiféle védelmet nem biztosítottak, legfeljebb a légzést akadályozták.” [6]

A legegyszerűbb megoldást a nátrium-tioszulfáttal átitatott szövetek, vattacsomók jelentették, ami a klór elleni védelemben elfogadhatónak bizonyult, azonban ez nem biztosított megfelelő védelmet más gázok ellen (pl. foszgén), és a katonáknak egyik kezükkel a szájuk-orruk elé kellett azt tartani. [7] Tovább nehezítette a védekezést, hogy egyes nemzetek részére nem, vagy csak korlátozott mennyiségben állt rendelkezésre alapanyag, és így lehetetlenné vált időben ellátni minden harcolót.

A kanadai katonákat is ez készítette az yperti támadás után arra, hogy – jobb híján – a saját vizeletükkel átitatott zsebkendőket kössenek az arcuk elé. [8] A vizeletben található ammónia a klórgázzal reakcióba lépve vegyületet alkot (például ammónium-klorid, klóraminok), melyek továbbra is ártalmasak ugyan, mégis nagyságrendekkel magasabb a mérgezési küszöbértékük, mint a klórgáznak.

A háborúban részt vevő nemzetek eltérő fejlettségű vegyiparral rendelkeztek, így eltérő szintű volt a mérgező vegyi anyagokkal szembeni védelmi képességük is. A németek az 1915-ös yperni gáztámadás előtt a gázipalackokat telepítő műszaki katonák számára a lübecki Dräger Művek által, elsősorban bányászati célzattal kifejlesztett légzőkészüléket, míg a rohamcsapatok számára mullólyákat osztottak ki. Ezeket nátrium-tioszulfáttal itattak át, így nyújtva védelmet a kisebb koncentrációjú klórgáz ellen. [6] Természetesen a hadvezetésnek valamit tennie kellett, hogy minél hatékonyabb és minél jobban használható védőeszközökkel lássák el a mérgező anyagoknak kitett katonákat.

A gázálcok rohamos fejlődése volt megfigyelhető az I. világháború további szakaszaiban. Kezdetben úgynevezett nedves gázálcokat használtak a brit hadseregben. Ezeknél a védőképességet és annak fokozását a különböző impregnáló vegyületek biztosításával és későbbi fejlesztésével érték el. A gázálcok előnye a gyors és olcsó előállítás, hátrányuk a nehézkes használat, illetve a rövid ideig tartó használhatóság volt. Mielőtt felvették volna a gázálcot, be kellett nedvesíteni, ami időigényes és stresszhelyzetben nehezen kivitelezhető tökéletesen, valamint, ha kiszáradt, elvesztette védőképességét, és ki kellett dobni. Mindezek ellenére az I. világháború során viszonylag hosszú ideig használták, hiszen a leggyakrabban alkalmazott fojtó hatású mérgező harcanyagok ellen elfogadható védelmet nyújtottak, a már említett előnyeik mellett.

A harctereken megjelenő első, a teljes koponyát takaró, gázálcnak nevezhető légzésvédő eszközt a brit hadsereg alkalmazta „H (Hypo) helmet” néven, ez nátrium-tioszulfát impregnálószerrel volt átitatva. A téglalap alakú látómező mellett az álc nem rendelkezett nyílással.

Az újabb fejlesztésű, a klórgáznál veszélyesebb mérgező harcanyagok (foszgén, hidrogén-cianid) bevezetésekor a „H (Hypo) helmet” már nem biztosított védelmet. Hamarosan rendszeresítették a nátrium-fenoláttal kezelt újabb gázálcot „P (Phenate) helmet” néven, melyet üvegből készült szemlencsével és gumírozott szájnyílással láttak el, szeleppel szerelve a kilélegzett szén-dioxid kivezetésére. (2. ábra) Nem sokkal később, 1916-tól a gázálc védőképességének fokozása céljából az impregnálószeret hexametiléntetramin oldatra cserélték, így jött létre a „PH (Phenat Hexamine) helmet”. [5]

1915 végére a német csapatok is el voltak már látva ún. száraz gázálcokkal. Ezek előnye főleg az volt, hogy gyorsabban fel lehetett venni, mivel nem kellett nedvesíteni, valamint több alkalommal lehetett használni. Ezek a gázálcok az arckoponyához illeszkedtek, anyaguk gumírozott szövet volt, szemlencséjük üvegből készült, és fémkereggel csatlakozott a gázálcához. Hevederekkel lehetett rögzíteni a fejhez, és használaton kívül fémdobozban tárolták, melyet a katona a személyi felszereléseként magánál tartott. Tartozéka volt a szűrőbetét, amely főleg aktív szén tartalmazott. Az 1915-ben rendszeresített M15 gázálcot, majd a később M17 néven rendszerbe állított mo-



3. ÁBRA. Törlőráncos gumiálc [9]

dernizált változatát az Osztrák–Magyar Monarchia hadserege is használta. A törlőráncos¹ gumiálc-változatot (3. ábra) kiképzési célra használták.

A 18M gázálcot olyan könnyű, kétrétegű szűrőbetéttel látták el, amelyen keresztül a be- és kilégzés ugyanazon a nyíláson keresztül történt. A szűrőrétegeket ezért úgy alakították ki, hogy a szájnyíláshoz közelebb esőket impregnálószerrel kezelték a bontási folyamatok gyorsítása érdekében, a külső rétegek aktív-szén-töltetén pedig a fizikai megkötődés történt. A rétegek elválasztására szitaszövetet alkalmaztak. A szűrőbetét gumitömítéssel biztosított menetes csomakkal csatlakozott az álc testéhez. [10]

A légzésvédelem mellett hamarosan bővíteni kellett a mérgező harcanyagoknak ellenálló egyéni védőfelszerelések körét. A háború második felében ugyanis megjelent az új, német fejlesztésű, már bőrön keresztül is hatásos mérgező harcanyag, a „mustárgáz”²: „1917. július 12-én vetették be először, ugyancsak a nyugati fronton, Ypern térségében.



4. ÁBRA. 18M gázálc illusztrációja. A: készleteti (tárolási) állapotban (a gázálc és a szűrőbetét egy zsinórral összekötve), B: védelmi helyzetben (a szűrőbetét a gázálccal összeszerelve) [10]

¹ A törlőránc a gázálc bepárasodott lencséinek tisztíthatóságát biztosította.

² Yperit, kén-mustár, vagy bis(2-klóretil)-szulfid: $C_4H_8Cl_2S$. Normál állapotban folyékony, kevésbé illékony, hólyaghúzó hatású mérgező harcanyag.



5. ÁBRA. Balra: német GM-24 gázálc. Jobbra: angol Mk. III gázálc [16]

Sok áldozatot szedett, mivel az angolok számára ismeretlen anyagot eleinte a szaga és hatása alapján nem tudták kimutatni. Akik a harcanyagtól mérgezést szenvedtek, azokon csak tizenkét óra elteltével jelentkeztek a tünetek: bőrhólyagosodás, vakság és tüdőkárosodás.” [11]

A gázálcok után így megjelentek az első védőruhák a bőrön keresztül felszívódó mérgező harcanyagok ellen. E téren a fejlődés távolról sem volt olyan gyors, mint a gázálcoknál, a csapatokat a háború végéig sem sikerült ellátni védőruhával. Az első védőruhák a hagyományos hadiöltözetek impregnált változatai voltak, így téve azokat kvázi gáztömörre, vagyis a gázok számára áthatolhatatlanná. A szövetségesek egész testet fedő, impregnált „védőöltönyöket” osztottak ki, hozzávaló csizmával és kesztyűvel, viszont ez csak 30 percig biztosított hatásonként, amennyiben mindvégig sérülésmentes maradt. [7]

Érdekes, hogy még a II. világháború alatt is csak a vegyivédelmi alakulatok katonái kaptak speciális, külön erre a célra fejlesztett védőruhát, a többi katonának a gázálc és a részleges védelmet biztosító öltözetek maradtak az egyetlen védőeszközei a mérgező harcanyagokkal szemben. Ilyen anyagokat a II. világháború alatt a hadviselő felek közül csak a japánok alkalmaztak, de ők is csak nagyon ritkán.

Ettől függetlenül a bőrvédelem egyre fontosabbá vált már az I. világháború végére is, tekintettel a maradéktípusú hólyaghúzó mérgező harcanyagokra. Az igény csak fokozódott, mivel az 1930-as évek második felében, Németországban kifejlesztették az idegmérgek első generációját: 1936-ban a tabunt, 1938-ban a szarint, majd 1944-ben a szománt. Ezen anyagok már kis mennyiségben, bőrön keresztül felszívódva is hatásosak voltak, és ellenük már nem védtek az akkori gázálcok és impregnált ruhák. Összehasonlításképpen az 1. táblázatban látható az említett mérgező harcanyagok toxicitása (mérgezési képessége) belégzés és bőrön át történő felszívódás esetében, illetve a behatási idő, azaz, hogy a szervezetbe jutás után mennyi idő elteltével jelentkeznek a mérgezés tünetei.

A mérgező harcanyagok elleni védelmet új alapokra kellett helyezni, már nem volt elegendőnek tekinthető a kezdetleges légzés- és bőrvédelem. Gyors ütemű fejlődés indult, amit viszont egy gazdasági világválság is nehezített, ezért a nemzetek gyakran egymás fejlesztéseit másolták le, vagy módosították. A két világháború között az angolok a német Auer cég (Auergesellschaft) által kifejlesztett GM-24 gázálc alapján készítették el³ saját, Mk. III néven rendszerbe állított gázálcukat (5. ábra). [15]

1. TÁBLÁZAT. A leggyakoribb mérgező harcanyagok összehasonlító táblázata (egereken tesztelve) [14]

Mérgező harcanyag	Halálos dózis belégzés esetén 10 perces expozíció [mg/m ³] [12]	Bőrön keresztül felszívódva [mg/kg] [13]
Kénmustár	3,9	92
Tabun	0,76	1
Szarin	0,38	1,08
Szomán	0,38	7,8
VX*	0,029	0,14

* VX, O-etil-S-(2-diizopropil-aminoetil)-metil-foszfóniolát 1953-ban felfedezett, maradéktípusú idegmérgek, amely a novicsok megjelenéséig a legmérgezőbb harcanyag volt.

Ezek már sokban hasonlítottak a modern gázálcokra. A teljes arcot fedő álcatesttel rendelkeztek, valamint szűrőbetét tartozott hozzájuk, amiben a mérgező anyagok ellen aktív szén és egyéb, a por ellen védő szűrőréteg kombinációját építettek be. Ez a típus összekötő tömlővel és nagyméretű légtisztító betéttel volt ellátva, aminek nagyobb kapacitása volt, tehát tovább lehetett használni, vagy nagyobb mennyiségű harcanyag jelenlétében is hatékonyan védett. Ezzel együtt viszont nagyobb és nehezebb volt, mint egy szelence, emellett harci helyzetben a tömlő és a szűrő hordtáskája gyakran akadályozta a katonákat. Érdekes, hogy a GM-24 mintájára készítették el a magyar 28M gázálcot (6. ábra) is a Mercur Műszaki és Vegyipari Részvénytársaság üzemében. Utóbbit úgy

³ A két gázálc közötti kapcsolat tekintetében megoszlanak a vélemények a szakértők és a gyűjtők körében.

alakították ki, hogy szűrőbetétet és tömlős légtisztítót egyaránt lehessen csatlakoztatni hozzá, és eltérően a 18M álarctól, külön kilégzőszeleppel rendelkezett.

A GM-30 (7. ábra) – szintén német fejlesztésű gyártmány – már az álarctesttel egybeszerelt szelencével készült a kisebb, kompakt kivitel érdekében. Gyártási előnye volt, hogy az előállítás a tömlős típushoz képest lényegesen kevesebb nyersanyagot igényelt. A tömlők elkészítéséhez ugyanis gyakran több alapanyagot kellett felhasználni, mint magához az álarctesthez, aminek jelentős hányada a nehezen beszerezhető és ezért igen értékes nyersgumi volt. [15]

A következő lépcső a magyar eszközök fejlesztése során a 33M (tűzoltó) és 34M (katonai) gázálc volt. Ezek a 28M álarctest kisebb módosításával és az ahhoz közvetlenül csatlakozó szűrőbetéttel készültek, vászon-, illetve fémtokkal.

A 34M (7. ábra) gázálc többretegű gumírozott szövetből készült, és már 4 méretben gyártották. Ennél is külön belégzőszelepen jutott a levegő a szűrőbetétén keresztül az álarctest alá, és a kilégzett levegő külön kilégzőszelepen keresztül távozott. Cserélhető szemüveglencsével szerelték és páramentesítő lemezzel látták el. Ez az álc és különböző változatai⁴ egészen az 1950-es évekig rendszerben maradtak.

A II. világháború fejlesztései további kihívások elé állították az egyéni védőeszközök gyártóit. 1939-ben, az újabb vegyi harcanyagok előállítása mellett megindult egy teljesen új tömegpusztító fegyver bevetésére irányuló kutatás is, aminek az 1945. augusztus 6-án, Hirosimára ledobott atombomba lett az egyik eredménye. A nukleáris fegyverek alkalmazása után visszamaradó radioaktív szennyezők ellen az addig használt szűrőbetétek nem jelentettek megfelelő védelmet. A hidegháború alatt intenzív kutatások indultak meg az olcsó, tömegesen gyártható, könnyen használható és hosszabb viselési időt biztosító védőeszközök irányában, amelyek többféle fenyegetés ellen nyújtottak megfelelő védelmet.

Az 51M (gyakran tévesen 50M néven emlegetett) gázálc (8. ábra) silány minőségű módosítása volt az SM-1 gázálcnak. Ezt a típust nemcsak Magyarország, de Jugoszlávia és Lengyelország is átvette.



Az SM-41M szovjet sisakálc rendkívül elterjedt típus volt, különböző verzióit 1940-től egészen 1989-ig használták többek között a Szovjetunióban, a Német Demokratikus Köztársaságban, Vietnámban, valamint 1961 és 1970 között 60M csapatgázálc néven (9. ábra) Magyarországon is.

A váltás nem volt azonban egyszerű, és a csapatok ellátása lassan haladt. Az alakulatok sokáig, az 1950-es évek második feléig vegyesen voltak felszerelve a 34M és 51M gázálccal. Az említett gyenge minőségnek jó bizonyítéka volt az álc silány alapanyaga, amitől rendkívül kényelmetlenné vált, illetve, hogy a légtisztítóban az aeroszol-szűrőpapírt a fejlesztés késedelmé miatt az első időszakban impregnált lúdtollakkal helyettesítették. [18]

1970-ben váltotta ezt a 70M csapatgázálc (10. ábra), ami egészen a rendszerváltásig rendszerben állt, sőt a 2000-es években is használták kiképzési célokra. Ez a szintén szovjet fejlesztésű PMG álc minimális módosításával készült, hazai gyártmányú gázálc volt. A PMG álcot Magyarország és Bulgária vette át valamilyen formában. A 70M csapatgázálc hordtáskája azok számára is ismert lehet, akik nem teljesítettek abban az időben katonai szolgálatot, ugyanis az akkori fiatalság körében kedvelt ruházati kiegészítő volt, „szimatszatyor” néven.

A gázálccok esetében nyomon követhető egyfelől az álarctest átalakulása. A kezdetben könnyű vászon vagy

6. ÁBRA.
28M gázálc [10]

7. ÁBRA. Német GM-30,
szovjet T-35 és magyar
34M gázálc [17]



⁴ A tűzoltók és munkások védelme mellett megjelent a polgári védelmi célokot szolgáló gázálc is a 33M módosításaként.

8



9



10



8. ÁBRA. 51M csapatgázálc-készlet [9]

9. ÁBRA. 60M csapatgázálc-készlet [9]

10. ÁBRA. 70M csapatgázálc-készlet [9]

bőr álarcstesteket a kémiai ellenállóbb, jobban mentesíthető gumi vagy gumírozott álarcstestekké alakították át. Formáját illetően, miután a teljes arcot takaró álcok megjelentek, már csak szemléleti kérdés volt, hogy csak az arcot takarja-e, vagy az egész fejet befedje – ez utóbbi a sisakálc. Ennek a védőmaszknak tagadhatatlan előnye az is, hogy egyszerűbben lehet általánosan jól illeszkedő álcokat gyártani.

A levegő szűrésének módja is sokat fejlődött. A nedves, vegyszerrel átitatott vattacsomók használata után megjelentek a kisebb méretű szelencék, aztán az ingerlő hatású harcanyagok és különböző füstök (elsősorban Klark) terjedésével az egyre nagyobb méretű szűrők, amiket

végül már nem lehetett az álarchoz közvetlenül rögzíteni. Eleinte gyapotszálak felhasználásával, majd egyéb rostos anyagokból és azok adalékolt keverékeiből készítettek betéteket. Később megjelentek a cellulóz- és nemezalapú fűstsűrítők, illetve kialakultak a bordázott, kamrás, hullámos és egyéb szerkezetek a minél hatékonyabb levegő-útvonalak és szűrőfelületek kialakítása érdekében. Ezeket teljesen felváltotta a világháború után az aktív szén, aminek fejlődésével és terjedésével a korábban használt szűrőanyagoknál lényegesen kisebb méretű szűrőrétegeket lehetett létrehozni, azonos védelmi képességek mellett. Ettől kezdve már ismét a katonai elgondolások kérdése volt, hogy melyik állam követi a nagy kapacitású, hosszú ideig védelmet biztosító tömlős megoldást, nagyméretű légszűrővel, és melyik követi a méretcsökkentés irányát a kompaktabb szűrőbetétekkel, bár gyakran mindkettőt alkalmazták különböző célzattal.

A gázálcok fejlődése mellett a védőruhák is jelentős változáson mentek keresztül. A kezdeti megoldások után a két világháború között már voltak kifejezetten vegyivédelmi védőruhák is (régiesen: gázvédő⁵ ruha), melyek általában gumiból készültek, és fél-egy órán át képesek voltak ellenállni a kénmustár cseppeknek is, amit viszont túl kevésnek vélték. A védőruhák fejlesztésekor megfogalmazott követelményeknek – 3-4 órás ellenállóképesség kénmustár cseppekkel szemben, maximálisan 5-6 kg-os tömeg, időjárással és mechanikai behatásokkal szembeni ellenállóképesség, jó mentesítési lehetőség – minden tekintetben megfelelő öltözetet egyetlen fejlesztőcsoport sem tudott kialakítani.

Történtek próbálkozások rétegelt védőöltözetek elkészítésére is, melynek során két gumiréteg (mechanikai és időjárás elleni védelem) között fehérjevegyülettel átitatott, vagy enyves szövetet (kémiai védelem a mustárokkal szemben) alkalmaztak. Ez nem vált be; a védőképessége ugyan jónak bizonyult, de gyakran bepenészedett a tárolás során, száraz időben tört, és rosszul mentesíthető volt. Próbáltak a fehérje és az enyv helyett növényi olajokat alkalmazni, de ezek is törtek száradás után, és csak néhány tíz percig biztosítottak védelmet a kénmustár ellen. Végül 1940-re a műanyagok felé fordult a védőruha-fejlesztők figyelme. [15]

A II. világháborúban a magyar szakcsapatok (vegyiharc-csapatok) speciális, gumírozott védőruházatban láthatták el szükség esetén a feladataikat. Számukra rendszeresítették a nehéz gázvédő ruhát (fejvédő kámsza, kesztyű, zubbony, nadrág és csizma), illetve a könnyű gázvédő ruhát (fejvédő kámsza, kesztyű, könyök- és térdvédők, mellvédőkötény és csizma). [19]

A nehéz gázvédő ruha a gázmentesítő járőr felszerelése volt. A 37M gázvédőruha gumírozott szövetből készült, ennek részei: nadrág, zubbony, 36M gázvédő csizma, 36M gázvédő kesztyű. A két utóbbi gumiból készült, és védelmet biztosítottak hólyaghúzó mérgező harcanyagokkal szennyezett terepen végzett tevékenység során. A védőruha viselésének nehézségeit jól mutatja, hogy egy pár kesztyű súlya önmagában is meghaladta a 0,5 kg-ot.

⁵ 1915-től a '40-es évekig gázharc és gázvédelem, az '50-es évektől pedig vegyiharc és vegyivédelem kifejezés volt általánosan használatos.



11. ÁBRA. Gázvédő lepel
védelmi helyzetben és
levételkor [20]

A 36M könnyű gázvédő ruha a gázharc (felderítő) járőr öltözete volt. Részt képezte a kötény, a fejkendő, a 36M gázvédő csizma és a 36M gázvédő kesztyű. Ez a védőruha a gázfelderítő azon testrészeinek védelmére helyezte a hangsúlyt, amelyek leginkább ki vannak téve a szennyezésnek. [20]

Mindkét típus csak a szakcsapatok részére volt elérhető, ezért 1943-ban általános védőeszközként a 43M gázvédő köpenyt rendszeresítették.

A II. világháború után egy különleges papírból készített gázvédő lepel lett az elsődleges bőrvédelem eszköze, ami egy csuklyából és két szárnyrészből állt. Összességében egy esőköpenyhez hasonlított. (11. ábra) Ez még kiegészült a különleges anyaggal átitatott szövetből készült gázvédő harisnyával és egy gázvédő kesztyűvel. Az egyszer használatos védőlepelnek minimálisan 30 percig kellett védelmet biztosítania a katonák számára. A szakcsapatok a mentéshez, illetve szennyezett terepszakaszok felderítéséhez rendelkeztek egy könnyű gázvédő ruhával is. [20] Valamikor 1944 után a gázvédő lepel, illetve a gázvédő harisnya gyártástechnológiája megváltozott, és 1953-ban már gumírozott textilből készítették. [21]

1959-től újabb, szovjet licencon alapuló védőkészletet kezdtek itthon gyártani a Pálma Gumigyárban, amelyek már opanolozott (poliizobutilén, polisztirol és színezék keveréke) pamutszövetből készültek. 1961-től a korábbi egyszerű, vízszintes védőharisnyát is leváltották egy gumitalpú „kalucsnis” védőharisnyával és gumikesztyűvel. [23]

Később rendszeresítették a 67M összefegyvernemi védőkészletet (elterjedt név: ÖFNI) (14. ábra), amely bő 25 évig rendszerben is maradt. A védőköpeny, a védőharisnya és a kesztyű is műgumival bevont textíliából készült, megfelelő rögzítésekkel és megerősítésekkel, több méretben. E típus mellett a szakcsapatokat komplett védőruházattal látták el, amely három részből (nadrág papucsrésszel egyben, csuklyás ingzubbony, illetve kesztyű) állt (14. ábra) és műgumival bevont textilből készült, a varrásoknál tömítőszalaggal biztosítva a gáztömör illeszkedést. [24]



12



13

12. ÁBRA. A 37M
gázvédőruha [20]

13. ÁBRA. A 36M könnyű
gázvédőruha [20]



14. ÁBRA. 67M ÖFNI (balra) és kétrészes védőruha (jobbra) [9]

Ekkor még mindig a kénmustár volt a referenciaanyag a védelem hatékonyságának megállapításakor, és a 67M védőkészlet anyaga legalább 2 órán keresztül védelmet nyújtott a mustár-cseppekkel szemben. [23]

ÖSSZEFOGLALÁS

A mérgező anyagok bevetése az első világháború harcterein jelentős hatást váltott ki a csapatokra, a harcéljárásokra, így a katonák felszerelésének fejlesztésére is. Az új „harciszükszár” egyik legfontosabb jellemzője az volt, hogy a hagyományos fegyverekhez képest a személyi állományra sokkal nagyobb, tömeges hatást fejtett ki, egy időben, nagy területen. Az ellenük való védekezés célja eleinte alapvetően a túlélés volt. Mivel a vegyifegyverek alkalmazása a későbbiekben fo-

lyamatossá vált, ki kellett alakítani olyan légzésvédő eszközöket, amelyek a túlélés mellett képessé tették a katonát tevékenységének folytatására, miközben viselte azokat. Ehhez a védelmi képességek fejlesztése mellett ergonómiai szempontokat is szükséges volt figyelembe venni a gázálcok tervezésekor.

A tömegpusztító fegyverek és az ellenük való védekezés módjainak fejlődése kölcsönösen hatással voltak egymásra, mint minden haditechnikai eszközknél. Már az I. világháborúban is az újonnan megjelent fenyegetésre, a mérgező vegyianyagok bevetésére válaszul elterjedtek az egyszerű nedves gázálcok, később pedig továbbfejlesztették azokat. Erre válaszlépésként elkezdték alkalmazni az ún. „maszktörő” anyagokat, melyek kisebb mennyiségben, rövid idő alatt tönkretették a gázálcokat, hogy a nagyobb mennyiségben bevetett, sokkal mérgezőbb, vagy olcsóbb harcanyagok hatást tudjanak kifejteni a védtelenné vált katonákra. Hasonló lépés volt a bőrön át felszívódó mérgek alkalmazása is, amire válaszul kifejlődtek a vegyivédelmi védőruhák.

A folyamat azóta sem állt meg, bár mára kissé lelassult az üteme. A kutatások és fejlesztések eredményeképpen új gázálc-típusok, szűrőbetétek és védőruhák gyártása indult meg. A fejlesztési és tesztelési korlátok miatt nem minden ország fejlesztett saját vegyivédelmi védőeszközt, így gyakran licenceket vásároltak, majd kisebb-nagyobb átalakításokkal vagy átalakítás nélkül gyártották ezeket az eszközöket.

A folytatásban az 1990-es évek védőeszközeivel foglalkozunk, rámutatva arra, hogy milyen hatalmas fejlődést jelentett a bőrvédelem terén a 93M és a 96M védőruha, illetve a légzésvédelemben a 93M gázálc. Ugyanakkor fókuszba állítjuk az „új típusú védőeszközöket” is, bemutatva, hogy a fejlesztők technikai megoldásai révén hogyan képesek fokozni a védelmet és az alkalmazási lehetőségeket.

A szerzők köszönetüket fejezik ki Gordos Marcellnek a cikk létrehozásában nyújtott segítségével.

(Folytatjuk)

HIVATKOZÁSOK

- [1] Molnár Zoltán: A gázharc keletkezése és fejlődése napjainkig. Magyar Katonai Közlöny, 1929/7–8, 711–724.
- [2] Kiss Gábor: Harci gázok alkalmazása az első világháborúban. https://nagyhaboru.blog.hu/2013/01/02/harci_gazok_alkalmazasa_az_elso_vilaghaboruban (Letöltve: 2025.02.10.)
- [3] Dittrich Ede, Kún Vilmos, Pilch Jenő: Az olasz háború. In: Lándor Tivadar (szerk.): A nagy háború írásban és képekben. Harmadik rész. Budapest, Athenaeum, é. n.
- [4] Berek Tamás: Az Osztrák–Magyar Monarchia hadseregének első gázálcadása az olasz hadszíntéren. Bolyai Szemle, 2004/1, 85–95.
- [5] National Army Museum: Battle of Loos. <https://www.nam.ac.uk/explore/battle-loos> (Letöltve: 2025.02.10.)
- [6] Szombati Zoltán: A vegyifegyverek hatása az egyéni védőeszközök fejlődésére az I. világháborúban. Hadmérnök, 2009/1, 25–33. http://hadmernok.hu/2009_1_szombati.pdf (Letöltve: 2025.02.10.)
- [7] Ginzer Sándor: A vegyi háború és annak jövője. Magyar Katonai Közlöny, 1926, 259–287.
- [8] Alex Bowers: Unto the breach. 2025.03.07. <https://legionmagazine.com/unto-the-breach> (Letöltve: 2025.04.30)
- [9] Gordos Marcell magángyűjteményéből, a gyűjtő saját képei.
- [10] E 35. Gáz. Út. Utasítás a gázvédelmi szolgálat ellátására. Budapest Pallas RT., 1927.
- [11] Hollósy Ferenc: A vegyi hadviselés története. Első rész. <https://www.termvil.hu/archiv/szamok/tv2003/tv0305/hollosy.html> (Letöltve: 2025.02.10.)
- [12] Acute Exposure Guideline Levels for Selected Airborne Chemicals. Volume 3. <https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-11/documents/tsd21.pdf> (letöltve 2025.02.15)
- [13] Dacre, J. C. – Goldman, M.: Toxicology and pharmacology of the chemical warfare agent sulfur mustard. Pharmacological Reviews, 1996/2, 289–326.
- [14] Harald, John et al.: Toxicokinetic aspects of nerve agents and vesicants. In: Gupta, Ramesh C. (szerk.): Handbook of Toxicology of Chemical Warfare Agents. Elsevier, 2020, 875–919.
- [15] Kovarcz Zoltán: A gázvédelem újabb fejlődése. Magyar Katonai Szemle, 1940. II. negyedév, 461–472.
- [16] Gasmask & Co. Respirator Lexicon. <https://www.gasmasklexikon.com/Page/Start01.htm> (Letöltve: 2025.02.11)
- [17] A Magyar Honvédség Sodró László 102. Vegyharc Ezred tárgyi emlékei. Fotó: Rábel Mónika főhadnagy.
- [18] Madaras Péter – Varga A. József: Újraszervezés, szovjet minta alapján kiépült vegyivédelmi szolgálat. In: Isaszegi János (szerk.): Gáz! Riadó! A vegyivédelmi szolgálat története. Zrínyi Kiadó, Budapest, 2015, 111–182.
- [19] Vegyharc csapat segédlet. Magyar Királyi Állami Nyomda, Budapest, 1944. <https://tudasportal.uni-nke.hu/xmlui/handle/20.500.12944/15391>
- [20] Gázvédelmi szolgálat szabályzat. A M. Kir. Honvédelmi Minisztérium kiadványa. Stádium Sajtóvállalat RT., Budapest, 1941.
- [21] Lehoty Gábor – Erdős János: A vegyivédelmi kiképzés sikeres végrehajtásához (tanulmány). Katonai Szemle, 1956. január, 97–110.
- [22] Csonka Lajos: Egyéni vegyivédelmi védőeszközök. Katonai Szemle, 1953. március, 45–52.
- [23] Geiger István: A vegyivédelmi technikai eszközök kialakulásának előtörténete Magyarországon 1945-ig és fejlődéstörténetük a Magyar Néphadseregben 1988-ig. Egyetemi doktori értekezés, Zrínyi Miklós Katonai Akadémia, Budapest, 1988.
- [24] Kántor Raimund et al.: Tankönyv a vegyivédelmi tiszt hallgatók szaktechnikai oktatásához. Első rész. Magyar Néphadsereg Vegyivédelmi Főnökség, Budapest, 1972.

IN MEMORIAM

KELECSÉNYI ISTVÁN



Amikor egy pilóta meghal, a repülősök azt mondják, „Gone West” – nyugatra ment. E metafora a gépet vezető aviatikusról szól, aki a lemenő naphoz hasonlóan, a nyugati látóhatár alatt tűnik el. Szerkesztőségünkbe április 1-én érkezett a hír, hogy Kelecsényi István repülésrajongó szakíró és spotter – aki bár mérnöki alaposággal ismerte a gépek műszaki paramétereit és altípusait, csak képzeletben ült a botkormány mögött –, hosszantartó súlyos betegség után elhunyt.

„Kele” – ahogy a szakmában hívták – a 2000-es évek közepén kopogtatott be a Haditechnika folyóirat szerkesztőségébe. Egy járműtechnikai szakirodalommal foglalkozó, kis magánkönyvkiadó vezetőinek ajánlásával érkezett, kezében referenciaként néhány társszerzőként jegyzett gépjárműtechnikai kiadvánnyal és egy színes fényképekkel teli vaskos borítékkal. A különleges repülőgéptípusokat ábrázoló professzionális felvételek láttán a szerkesztőség azonnal felismerte a fotós tehetségét, és lehetőséget kínált számára a publikálásra. Kelecsényi István így vált fokozatosan a Haditechnika állandó külsős munkatársává. Hiánypótló, részletgazdag képei számos esetben inspirálóan hatottak a katonai repülés elismert szakíróira is, így többször előfordult, hogy – mint gombhoz a kabátot – a látványos fotókhoz utólag készültek a szöveges publikációk.

Első, saját felvételeivel illusztrált cikke 2007-ben – *Újra szárnyal a legendás Me 262-es* címmel – jelent meg a Haditechnikában. Ezzel az anyaggal valósággal berobbant a szaksajtóba, mert a publikáción túl a folyóirat címlapjára és a hátsó borítójára is „Kele” Messerschmitt Me 262 vadászpilóta-fotói kerültek. Még ugyanabban az évben publikálta *A MiG-21MFN a cseh légierőben* című cikkét – természetesen saját felvételekkel.

A szakma és az érdeklődő olvasók pozitív visszajelzései nyomán, a katonai-műszaki tudományos folyóirat szerkesztősége egyre több „megrendelést” adott külsős munkatársának, akit számos rendezvényre, szakkonferenciára, hadgyakorlatra és repülőnapra hivatalosan is akkreditált. Bár kedvenc területe a katonai repülés volt, fotósként a szárazföldi technika képi dokumentálásán is dolgozott. 2011-ben, a Nemzetközi haditechnikai szemle és a Haditechnika-történet rovatban már 8 cikket, továbbá számos címlap- és belsőborító fotót közlünk tőle.



(1964–2026)

Kelecsényi Istvántól több mint másfél évtized alatt összesen 89 írás jelent meg lapunkban. Utoljára 2024-ben, a 4. és 5. számban közöltük a – Varga Attila szerzőtársával közösen írt – *Air Defender 23 – a NATO legnagyobb légierő haderőnemi gyakorlata* című, fotókkal gazdagon illusztrált kétrészes tudósítását.

A sors kifürkészhetetlen akaratából a repülési szakíró főállásban évtizedeken keresztül a MÁV műszaki szakértőjeként dolgozott. Míg munkaidejében a vasutat szolgálta, szabadidejében a „fellegekben járt”, bejárta a világot és szenvedélyesen figyelte, dokumentálta a repülőgépeket. Spotterként professzionális felszereléssel, speciális kilátópontokról fotózott.

Alkotó energiáját és szenvedélyét tükrözi, hogy a Haditechnika folyóirat mellett többek között a The Aviation Magazine-ban, az Aero magazinban és az Aranysas című lapban is publikált, és jutott ideje a www.jetbirds.gportal.hu és a military-technology.blog.hu elnevezésű blogjainak gondozására is.

Két évvel ezelőtt egzisztenciája hirtelen összeomlott, majd – ahogy az ilyenkor gyakran bekövetkezik – súlyos betegség támadta meg. Családja mindvégig támogatta, szeretettel vette körül, de már nem tudott felépülni.

Kelecsényi István életének 61. évében csatlakozott az égi kötelékhez. Munkásságáról, a szaksajtóban betöltött szerepéről „bajtársai”, az MH vitéz Szentgyörgyi Dezső 101. Repülődandár katonái épp úgy megemlékeztek, mint a Magyar Hadtudományi Társaság Légierő Szakosztálya, valamint Magyarország vezető katonai hírportálja, a honvedelem.hu.

A Haditechnika folyóirat is őrzi emlékét, kiváló felvételei időről időre megjelennek majd lapszámainkban.

Nyugodj békében, Kele!



BÁNSÁGI ANDOR*

AZ HMS PHOENIX ROMBOLÓ ELSÜLLYESZTÉSE



1. ÁBRA. A megtorpedózott HMS Phoenix romboló az ausztrál HMAS Warrego rombolóról fotózva
(Forrás: Australian War Memorial múzeum. Leltári jelzete: EN0372)

Összefoglalás: Az Osztrák–Magyar Monarchia SM U-27 tengeralattjárója Josef Holub sorhajóhadnagy parancsnoksága alatt sikeres rajtaütést hajtott végre az Égei-tengeren 1918. április 22. és május 15. között. Hazafelé, 1918. május 14-én, 11:30-kor az Otrantói-szorosban megtorpedózta a brit HMS Phoenix rombolót, amely végül elsüllyedt. Az ügy kapcsán 1918. május 23–24-én az HMS Blenheim cirkáló fedélzetén több tisztet is kihallgatott a hadbíróság. A brit Nemzeti Levéltárban található dokumentumok lehetővé tették az események pontos rekonstrukcióját. Josef Holub tökéletes támadást hajtott végre tengeralattjárójával, amely sértetlenül hagyta el a helyszínt. Ez a támadás bebizonyította, hogy az Otrantói-szorosban az állandó blokád hatástalan volt, és időnként a blokádokat tartó hajók nagyobb veszélyben voltak, mint a megsemmisíteni próbált tengeralattjárók.

Kulcsszavak: Császári és Királyi Haditengerészet, SM U-27, HMS Phoenix, Josef Holub, első világháború

Abstract: The Austro-Hungarian submarine SM U-27 completed a successful raid on the Aegean Sea between 22 April and 15 May 1918, under the command of ship-of-the-line lieutenant Josef Holub. On her way back to home, on 14 May 1918, at 11:30 AM in the Strait of Otranto, he successfully torpedoded the British destroyer HMS Phoenix, which was eventually foundered. On 23–24 May 1918, on the deck of the cruiser HMS Blenheim, several officers were interrogated by a court martial. The documents held in The National Archives made it possible to reconstruct the events accurately. Josef Holub conducted a perfect attack with his submarine and she was able to leave the scene unscathed. This successful attack proves that the Entente blockade in the Strait of Otranto was ineffective and occasionally the blockading ships were in greater danger than the submarines they tried to destroy.

Keywords: Imperial and Royal Navy, SM U-27, HMS Phoenix, Josef Holub, World War One

Az Osztrák–Magyar Monarchia közös minisztertanácsa 1915. október 6-án hat darab német B II-es típusú tengeralattjáró beszerzését hagyta jóvá a császári és királyi haditengerészet tengeralattjáró-flottillájának megerősítésére.

Ezek közül kettőnek, az SM U-27 (Seiner Majestät Unterseeboot Nr. 27 – Őfelsége 27-es számú tengeralattjárója) és az SM U-28 jelzésűnek az építését a Cantieri Navale Triestino vállalat kapta. Mivel a hajógyárat az olasz hadüzenet után ki kellett üríteni, megállapodtak a Duna Gőzhajózási Társasággal (DGT), hogy a tengeralattjárókat annak óbúdai telepén építik, onnan részegységekben szállítják Pólába, ahol az Arzenál szereli azokat össze. [1; 679.] A maximálisan

306 t vízkiszorítású naszádok 2 db dízel- és 2 db villanymotorral épültek. A felszínen 9, a víz alatt 7,5 csomó elérésére voltak képesek. Fegyverzetük 2 db 450 mm-es Whitehead-féle torpedóvetőcső és egy 75 mm-es ágyú volt. Egy útra maximum 5 db torpedót vihetek magukkal. Az U-27 építését 1916. május 25-én kezdték meg, 1916. október 19-én bocsátották vízre, és 1917. február 24-én állt szolgálatba. [1; 696.] Ami az elpusztított ellenséges hajók számát illeti, az osztrák–magyar tengeralattjárók közül az U-27 süllyesztette el a legtöbbet. Pályafutása során megsemmisített 33 kereskedelmi és egy hadihajót, megrongált továbbá egy hadihajót, egy kereskedelmi hajót pedig elfogott.

* Történész, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi Doktori Iskola, doktorandusz.
ORCID:
0000-0003-0593-1691



Első parancsnoka Robert Teufl von Fernland sorhajóhadnagy volt, aki három teherhajót süllyesztett el vele, valamint súlyosan megrongálta a japán Szakaki rombolót. 1917. december 29-én Teufl betegsége miatt átadta a parancsnokságot Josef Holub sorhajóhadnagynak. [2; 128.]

Az U-27 1918. április 22-én a harmadik útjára indult a Földközi-tenger térségébe Holub parancsnoksága alatt. Az otrantói záron április 24-én, hajnali 4 óra 59 perckor tört át, periszkópmélységben haladva. Ezután Holub kedvenc vadászterületén, az Égei-tengeren cirkált, és hat kisebb teherszállító vitorlást süllyesztett el. Május 10-én visszaindult a Cattarói-öbölbe, majd május 14-én 0 óra 10 perckor érte el az Otrantói-szorost, ahol több



2. ÁBRA. Josef Holub sorhajóhadnagy portréja
(Forrás: Hadtörténeti Múzeum; HTM-Itszn. B1.3_Holub.sz.)

őrhajót is ki kellett kerülnie. 5 óra 30 perckor, 6 tengeri mérföldre a Linguetta-foktól, 100°-os irányban egy francia Bouclier osztályú rombolót észlelt. 11 óra 20 perckor négy másik romboló keresztezte az útját, Holub sorhajóhadnagy pedig támadásra határozta el magát. 11 óra 30 perckor, a 40° 22' 05" É, 19° 08' K pozícióban a felső torpedóvetőcsőből egy torpedót indítottak az utolsó rombolóra. Holub a lanszírozás (torpedó indítása) után 25 másodperccel hallotta a torpedó robbanását. 11 óra 43 perckor az ellenséges egységek hat vízbombával támadták az U-27-est. Ezek közül négy robbant a hajó közelében, ezért egészen 50 méteres mélységig merültek. 12 óra 15 perckor periszkópmélységre emelkedtek, ahonnan Holub egy őrhajót, három rombolót és egy repülőgépet látott azon a helyen, ahol a torpedót lanszírozták. 17 óra 00 és 17 óra 30 perc között még egy 77-es jelzetű, valamint egy Bouclier osztályú romboló érkezett a helyszínre az U-27 után kutatva. További támadásra az ellenséges tevékenység miatt már nem volt lehetőség. Holub tengeralattjárója 20 órakor, a rombolók távozása után a felszínre emelkedett, majd folytatta útját a Cattarói-öbölbe, ahová május 15-én délelőtt 9 óra 20 perckor futott be. Az út során 1 db torpedót, 38 db gránátot, 5 db ekrazit robbanótöltetet valamint 16 832 kg olajat és 1819 kg kenőolajat használtak fel, 2020 tengeri mérföldet tettek meg a felszínen, míg 50-et a felszín alatt. [3; 382–384.]

A megtorpedózott romboló a brit Acheron osztályú HMS Phoenix volt, mely 1911-ben épült (1. táblázat). Mivel a hajó elsüllyedt, 1918. május 23–24-én a Blake osztályú védett cirkálón, az HMS Blenheim fedélzetén részletes hadbíróági vizsgálatot folytattak le, melynek során több személyt is kihallgattak. A vonatkozó dokumentumokat a brit Nemzeti Levéltárban őrzik, és ezek alapján meglehetősen pontosan lehet rekonstruálni az eseményeket.

1918. május 14-én az HMS Phoenix az előretolt rombolóvonal harmadik alosztályának második egységeként

az Otrantói-szorosban látott el őrszolgálatot. Az alosztályvezető az HMS Phoenixével azonos, Acheron osztályú romboló, az HMS Forester volt, egy alosztály pedig két egységből állt. Az HMS Phoenix Észak, 14° Nyugat (346°) irányban hajózott, 16 csomós sebességgel, cikkcakkvonalban. Tízpercenként tett 20°-os fordulatot a kijelölt irányhoz képest, valamint óránként megállt a hidrofonokkal kémlelni a tengeralattjárók motorzaját. Az HMS Forester rombolóval 1 mérföldes térközt tartottak. Az időjárás kedvező volt: enyhe déli irányú hullámzást lehetett tapasztalni, a szél a Beaufort-skálán kettes-hármas erősségű (7-19 km/h) volt, míg a látási viszonyok kiválóak. [4]

Az U-27 torpedója 11 óra 38 perckor találta el a hajót, 90°-os szögben, a jobb oldali gépháznál, a 78. és a 89. borda között. A torpedót csak az egyik őrszem, William Arthur Gowing tengerész látta, nagyjából 100 yard (kb. 91,44 m) távolságra, amint az a nap irányából közeledik, de jelezni már nem tudta. [4]

A torpedó 6 láb (kb. 1,8 m) mélységben robbant, és a teljes jobb oldali gépházat elpusztította. Az összeroncsolódott részek a bal oldali gépházba estek, ami jelentősen hozzájárult a hajó dőléséhez. A robbanás a gerinctől a felső fedélzetig felszakította a hajó oldalát, V-alakot formázva. A lökéshullám a víz alatt befelé, míg a víz felett kifelé nyomta a lemezeket, és a felső fedélzet a hajó teljes szélességében felszakadt. Az első torpedóvető-készülék és a benne lévő torpedó, valamint a felépítmény többi része a vízbe repültek. A robbanás után a hajó azonnal 30°-kal balra dőlt, majd a dőlésszög fokozatosan tovább nőtt. [2; 54–55.]

Az HMS Forester fedélzetén Richard Thornton Down kapitány látta a robbanást, és azonnal az HMS Phoenix irányába fordította hajóját. A Forester a sérült romboló jobb oldalán kettő, a bal oldalán pedig egy vízbombát vetett, ezer yard (kb. 914 m) távolságban, majd cikkcakkvonalban körözött a hajó körül, hogy a mélyben tartsa a tengeralattjárót, ezen kívül jelzett az Acheron osztályú HMS Hydra, az Acorn osztályú HMS Rifleman brit rombolóknak, a River osztályú HMAS Warrego ausztrál rombolónak, valamint a Bisson osztályú Bisson (3. ábra) és a Bouclier-osztályú Cimiterre francia rombolóknak is (2. táblázat). 19 perccel a robbanás után Down kapitány a hajójától jobbra, 800 yard (kb. 730 m) távolságra megpillantotta a tengeralattjáró periszkópját, ami állítása szerint 10 másodpercig volt látható. Azonnal abba az irányba fordították a Forestert, majd három vízbombát vetettek, de az egyik túl korán, még a felszínen robbant. Down úgy vélte, a tengeralattjáróban nem tudtak kárt tenni. Jóval később, 18 óra 30 perckor a hidrofonnal észlelték a tengeralattjáró motor-

¹ Down, Richard Thornton (1882–1944) fregattkapitány (Captain). 1918. márc. 6. és 1919. dec. 15. között az HMS Forester romboló parancsnoka. [5]

1. TÁBLÁZAT. A brit Acheron osztályú HMS Phoenix főbb harcászati-technikai adatai (A szerző szerkesztése [9] alapján)

Harcászati-technikai jellemzők	Adat/érték
Víziszorítás [t]	777
Hosszúság [m]	75
Szélesség [m]	7,80
Merülés [m]	2,70
Hajtómű	3 db olajtüzelésű Yarrow kazán és 3 db Parsons turbina
Sebesség (csomó [km/h])	28 [51,9]
Fegyverzet	2 db 102 mm-es (4 inch) L/40-es Mark VIII ágyú, 2 db 12 fontos (76,2 mm-es, 3 inch) gyorstüzelő ágyú, 2 db 533 mm-es (21 inch) torpedóvetőcső
Legénység létszáma [fő]	72



3. ÁBRA. A francia Bisson romboló-osztály névadó hajója (Forrás: Wikipedia)

zaját. A hang irányába fordultak, és negyed órával később még egyszer hallották azt, de többé már nem, így nem tudták meghatározni a helyzetét. [4]

Az ausztrál HMAS Warrego a robbanás pillanatában 8 mérföldre (kb 12,87 km) tartózkodott az HMS Phoenixtól. Edward Neville Mortimer² kapitány is hallotta a robbanást, és azonnal a sérült romboló irányába fordította hajóját. [4]

A torpedótalálat után Richard Harter³, az HMS Phoenix parancsnoka utasította a legénységet, hogy aki nem tud részt venni a mentésben, az haladéktalanul szálljon a mentőcsónakokba. Csak a kapitány, az elsőtiszt és nyolc matróz maradt a fedélzeten. A sérült rombolót először az olasz Valoroso trawler⁴ vette vontába, de ekkor a szél már ötös erősségű (30-39 km/h sebességű, azaz a hullámok akár 2 m-esek is lehetnek) volt. Mivel a kötelek többször is elszakadtak, a szintén olasz Egadi vontató vette át a Valoroso helyét. A vontatási és mentési munkálatokba az időközben a helyszínre érkező HMAS Warrego is bekapcsolódott, és fedélzetére vette az HMS Phoenix mentőcsónakokba szállt személyzetét. [4]

Az HMS Hydra – parancsnoka Julian Herbert Woodbridge⁵ kapitány – az HMAS Warregóval együtt közelítette meg a sérült hajót. Woodbridge utasította az HMAS Warrego kapitányát, hogy ha lehetséges, vontassa be az HMS Phoenixet Valonába, majd a paravánjával átfésülte a körzetet, míg a Cimiterre a vontatást fedezte. A paravános kutatáshoz csatlakoztak az HMS Rifleman és az Acheron osztályú HMS Druid rombolók is. Miközben az HMAS Warrego próbálta vontába venni a sérült hajót, az egyik őrszem észlelte a tengeralattjáró periszkópját, így a többi romboló a jelzett irányban folytatta a kutatást, egy órán keresztül. Ezután az HMS Forester, az HMS Rifleman és az HMS Druid rombolók kapitányait Woodbridge kapitány arra utasította, hogy hidrofonnal is vizsgálják át a helyszínt. A Cimiterre és az HMS Hydra rombolókat azonban 8 mérföldes távolságra küldte, mivel nem volt hidrofonjuk, és csak zavarták volna a készülékeket. A kutatást egészen sötétedésig folytatták, majd a rombolók átvonultak az éjszakai őrzáratozási pozícióikba. [4]

A Valoroso trawler helyét átvevő Egadi vontató ugyan fel volt szerelve szivattyúkkal, de Harter kapitány szerint nem volt értelme megpróbálni kiszivattyúzni a Phoenix hajótestébe betörő vizet a lék hatalmas mérete miatt. További problémát okozott, hogy a folyamatos oldalirányú szél miatt a sérült romboló legyezőmozgást végzett, ami rendkívül megnehezítette a vontatást. A kapitány azt sem engedélyezte, hogy az HMS Phoenix farához állva egy másik hajó próbálja meg kormányozni azt, mivel úgy vélte, ettől a sérült romboló egyszerűen kettétörne. [4]

14:45-kor az HMS Phoenix hirtelen erősen megdőlt, ezért Harter kapitány elrendelte a vontatás beszüntetését. A hajó azonban nem fordult át, de még több berendezés csúszhatott át a bal oldalára, mert a dőlés 55 fokra nőtt. Folytatták ugyan a vontatást, de 15 óra 10 perckor az HMS Phoenix hirtelen felborult, majd 10 perccel később kettétört és elmerült a 40° 23' É, 19° 14' K pozícióban, három mérföldre a Linguetta-foktól. Két fűtő hullámsírba veszett, és további három személy sebesülést szenvedett. Harter kapitány úgy vélte, ha a szél nem támadt volna fel, a rombolót meg tudták volna menteni. [4]

A hadbíróság végül úgy találta, hogy az HMS Phoenix elvesztéséért senkit sem terhel felelősség, mindenki szabályszerűen és példásan viselkedett, és mindent elkövettek azért, hogy megmentseik hajójukat. Ezen kívül elrendelte, hogy a személyzet kilenc tagjának, valamint Robert Constable⁶ hadnagynak és Richard Harter parancsnoknak a szolgálati lapjára jegyezzék fel, hogy a romboló elsüllyedésekor kiválóan látták el a feladataikat.⁷ A mentésben résztvevők közül Edward Neville Mortimer korvettkapitányt, az HMAS Warrego parancsnokát részesítették dicséretben.⁸

² Mortimer, Edward Neville (1887–1924) korvettkapitány (Lieutenant-Commander). [6]

³ Harter, Richard (1889–1938) hadnagy (Lieutenant). 1917. máj. 8. és 1918. máj. 14. között az HMS Phoenix romboló parancsnoka. [7]

⁴ Felfegyverzett halászhajó. Eredetileg vonóhálós halászhajó volt, de az I. világháborúban többet felfegyvereztek és különféle segédhajóként alkalmazták.

⁵ Woodbridge, Julian Herbert (1878–1921) fregattkapitány (Commander). 1917. aug. és 1918. okt. 10. között az HMS Hydra romboló parancsnoka. [8]

⁶ Constable, Robert (1884–?) hadnagy (Lieutenant). 1916. máj. 3-tól szolgált az HMS Phoenix rombolón.

⁷ Sir William Archibald Howard Kelly (1873–1952) Commadore, az Adriai Brit Erők parancsnoka az olasz Egadi vontató és Valoroso trawler parancsnokainak is megköszönte a hajó és a legénység mentése során végzett szolgálataikat.

⁸ Loss of HMS PHOENIX. Court Martial. ADM 1/8526/152.

2. TÁBLÁZAT. A brit HMS Rifleman, az ausztrál HMAS Warrego, valamint a francia Bisson és Cimiterre főbb harcászati-technikai adatai (A szerző szerkesztése [10][11][12] alapján)

Harcászati-technikai jellemzők	HMS Rifleman	HMAS Warrego	Bisson	Cimiterre
Vízkesztés [t]	731	762	756	720
Hosszúság [m]	75	74	78	78
Szélesség [m]	7,60	7,40	7,93	7,93
Merülés [m]	2,60	2,69	2,74	2,74
Hajtómű	4 db olajtűzelésű Yarrow kazán és 4 db Parsons turbina	3 db olajtűzelésű Yarrow kazán és 3 db Parsons turbina	2 db olajtűzelésű Guyot-du Temple kazán és 2 db Breguet turbina	2 db olajtűzelésű Guyot-du Temple kazán és 2 db Breguet turbina
Sebesség [csomó] (km/h)	27 (50)	26 (48)	30 (55,5)	31 (57,4)
Fegyverzet	2 db 102 mm-es (4 inch) L/40-es Mark VIII ágyú, 2 db 12 fontos (76,2 mm-es, 3 inch) gyorstűzelő ágyú, 2 db 533 mm-es (21 inch) torpedóvetőcső	1 db 102 mm-es (4 inch) L/40-es Mark VIII ágyú, 3 db 12 fontos (76,2 mm-es, 3 inch) gyorstűzelő ágyú, 3 db 450 mm-es (21 inch) torpedóvetőcső	2 db 100 mm-es ágyú, 4 db 65 mm-es ágyú, 2 db 450 mm-es ikercsőves torpedóvetőcső	2 db 100 mm-es ágyú, 4 db 65 mm-es ágyú, 2 db 450 mm-es ikercsőves torpedóvetőcső
Személyzet létszáma [fő]	72	73	81	81

Josef Holub az HMS Phoenix elsüllyesztéséért 1918. június 17-én megkapta a 3. osztályú Vaskorona-rend a hadiékítményekkel és kardokkal kitüntetését. A háború további részében az U-27-essel még huszonkét ellenséges szállítóhajót süllyesztettek el, egyet pedig elfogott. Holub az 1918. június 29. és szeptember 26. közötti útjáért 1918. november 5-én megkapta a Nagyezüst Vitézségi Érmét. Ez az út a császári és királyi tengeralattjárók történetének leghosszabb portyájának bizonyult. [4]

Holubot a fegyverszünet után a csehszlovák hadsereg 34. (Tengerészeti) Osztályához nevezték ki referensnek. 1919. július 1-én korvettkapitánnyá léptették elő, majd 1920 elején gépészeti felügyelőnek nevezték ki a japán Sunko Maru és Liverpool Maru teherhajókra, melyek Vlagyivosztokból Trieszten át hazahozták a csehszlovák légiót. 1920 júliusában a Legio Bank Kobében megvásárolta a 8579 GRT⁹-s Tai-kai Maru gőzöst az Ucsida vállalatától. A hajót Legie névre keresztelték át, és Josef Holub lett az első csehszlovák kereskedelmi gőzös parancsnoka. Később a Legio Bank igazgatótanácsába került, ahol a hajózási részlegnél dolgozott. Idővel ő lett a bank egyik igazgatója. Holub még a második világháború alatt is a bankban dolgozott, de 1948-ban, a kommunista hatalomátvétel után kényszernyugdíjazták. 1950-ben mint osztályellenséget letartóztatták és évekig kényszermunkatáborban tartották. Utolsó éveit Prágában, és 1964. október 28-án hunyt el. [2; 55–56.]

1918. október 31-én, amikor Horthy Miklós altengernagy átadta a flottát a délszláv nemzeti tanácsnak, az U-27 Pólában állt javítás alatt. A békeszerződés értelmében az Olasz Királyság kapta meg lebontásra, amit Fiumében hajtottak végre 1920 folyamán.

ÖSSZEGZÉS

Véleményem szerint az otrantói tengerzár rendkívül alacsony hatásfokkal bírt, hiszen fennállása alatt bizonyítottan csak két német és egy osztrák–magyar tengeralattjárót sikerült a segítségével elsüllyeszteni. Ráadásul ebben

az esetben a blokádot ellátó rombolók nemcsak azt nem tudták megakadályozni, hogy az egyiküket megtorpedózzák, de a támadás utáni ellentevékenységük is teljes mértékben hatástalan maradt. Ez a fegyvertény megmutatta, hogy a központi hatalmak tengeralattjáróinak ideális körülmények között még egy romboló megtámadására is lehetőségük nyílt volna. A Földközi-tengerre való kijutás pedig nem okozott megoldhatatlan problémát, hiszen a korlátlan tengeralattjáró-háború csúcán havonta több tucat alkalommal észlelték a blokádszolgálatot ellátó erők az ellenséges tengeralattjárók áthaladását. Az osztrák–magyar és német tengeralattjárók által okozott veszteségeket végül a konvojrendszer tudta érdemi módon csökkenteni, ami már 1917 második felében megmutatkozott. Ezzel párhuzamosan az antant egyre több és több erőforrást fektetett az otrantói tengerzár fejlesztésébe, de az még a háború végére sem érte el tervezett méretét olyannyira, hogy az 1918 októberében hazainduló tizenkét német tengeralattjáró közül egynek sem tudták megakadályozni a szoroson való átjutását. ■

HIVATKOZÁSOK

- [1] Bánsági Andor: Az Osztrák–Magyar Monarchia tengeralattjáró-beszerzései, 1906–1918. Hadtörténelmi Közlemények 2008/3–4., 660–702.
- [2] Trulei, Oliver: Die U-Boot-Kommandanten der k.u.k. Kriegsmarine. Vergessene Schicksale. Szerzői kiadás, Bécs, 2012.
- [3] Aichelburg, Wladimir: Die Unterseeboote Österreich-Ungarns. Akademische Druck- u. Verlagsanstalt, Graz, 1981.
- [4] The National Archives, Kew. Loss of HMS PHOENIX. Court Martial. ADM 1/8526/152.
- [5] The National Archives, Kew. Down, Richard Thornton. ADM 196/47/113.
- [6] The National Archives, Kew. Mortimer, Edward Neville. ADM 196/51/129.
- [7] The National Archives, Kew. Harter, Richard. ADM 196/52/130.
- [8] The National Archives, Kew. Woodbridge, Julian Herbert. ADM 196/125/143.
- [9] Dittmar, F. J. – Colledge, J. J. British Warships 1914–1919. Ian Allan, Shepperton, 1972.
- [10] Colledge, J. J. – Warlow, Ben: Ships of the Royal Navy: The Complete Record of all Fighting Ships of the Royal Navy. (Rev. ed.). Chatham Publishing, London, UK, 2006.
- [11] Briggs, Mark: Australia's First Destroyers. Warship 2019, 153–167.
- [12] Jane's Fighting Ships or World War I. Random House Group, London, UK, 2001.

⁹ GRT: gross register tonnage, magyarul bruttó regisztertonna; a hajók teljes belső térfogatának regisztertonnában kifejezett mértéke, azaz a hajó bruttó belső térfogata.

1. ÁBRA. M551 Sheridan az amerikai szárazföldi haderő 23. gyaloghadosztályának 1. páncélosfelderítő-ezredéből a dél-vietnámi Tam Ky környékén, 1970 márciusában (Forrás: US Army / Wikimedia)



HAVASI MÁTÉ*

PÁNCÉLOS A LEVEGŐBŐL

AZ M551 SHERIDAN ÉS A LÉGIDESZANT-HARCJÁRMŰ AMERIKAI KONCEPCIÓJA

Összefoglalás: Az M551 Sheridan számos kudarcral és félsikerrel ötvözött pályafutása ellenére is a leghosszabb ideig rendszerben állt légideszant-harcjarmű volt az amerikai arzenálban, amelyet harci körülmények között végrehajtott ejtőernyős műveletben, valamint harcokcsik ellen is bevetettek. Fejlesztésének története jól példázza, hogy egy harceszköznek milyen sokféle elvárás kell teljesítenie, és ezek optimalizálása néha milyen bonyolult feladat. A típus ismertetése mellett pedig érdemes kitérni a légideszant-harcjarmű amerikai koncepciójára is, amelyhez az évtizedek során többször is visszatértek, de igazán kielégítő megoldás a mai napig nem született.

Kulcsszavak: könnyű harcokcsi, légideszant-harcjarmű, vietnámi háború, hidegháború

Abstract: Even though the deployment of the M551 Sheridan saw several setbacks and partial successes, it was the airborne fighting vehicle with the longest service record in the US arsenal, tried and tested in a combat airborne operation and against enemy tanks in battle. The story of its development highlights that a weapon system is to fulfil a huge variety of expectations, and that this is sometimes an extremely complex task. Besides, the US Army concept of an air-droppable fighting vehicle should be depicted, an issue heavily debated for decades, however, without any satisfactory solution to this day.

Keywords: light tank, airborne armoured vehicle, Vietnam War, Cold War

EGY KONCEPCIÓ SZÜLETÉSE

A II. világháború során, a légi szállítású erők jelentőségének növekedésével párhuzamosan már felmerült a kérdés, hogy hogyan lehetne az ejtőernyővel vagy vitorlázóval célba jutatott, könnyű fegyverzetű légideszant alakulatoknak támogatást nyújtani. Az amerikai hadseregnek már az Egyesült Államok hadba lépése előtt, 1941 tavaszán programot indítottak az éppen kialakítás alatt álló légideszant képességeik kiegészítése céljából egy légi szállítású harcjarmű megalkotására. Ejtőernyős ledobás helyett ekkor még hagyományos légi szállításban gondolkodtak.

Többek között a vitorlázóval végzett lerakás, illetve a C-54 Skymaster szállító repülőgép átalakítása került szóba, [1; 4–6.] utóbbit ki is próbálták. (2. ábra)

Így valósult meg a T9, később M22 típusjelzést kapott, kis méretű páncélos. (3. ábra) Tömege 7,4 tonna volt, hossza 3,94 m, szélessége 2,16 m, magassága 1,85 m, személyzete három fő. Egy 37 mm-es löveggel és egy 7,62 mm-es géppuskával szerelték fel. Azonban mind az új harcjarmű technikai paraméterei, mind a harci körülmények közötti szállítási lehetőségek kapcsán adódtak problémák (ugyanis sem a CG-4, sem a Horsa vitorlázó teherbírása nem volt

* Doktorandusz, ELTE-BTK Történelemtudományi Doktori Iskola, a Haditechnika folyóirat felelős szerkesztője, a Honvéd Altiszti Folyóirat szerkesztője, a vietnamihaboru.blog.hu szerzője. ORCID: 0009-0001-0877-396X

elégseges ehhez). Végül az amerikai hadsereg 1944 őszén a legyártott 830 példányból 25-öt Nyugat-Európába küldött, hogy hagyományos páncélosként alkalmazzák őket, de erről bővebb adat nem áll rendelkezésre. A típust 1945 után ki is vonták a rendszerből. [1; 6–8.] Ilyen módon a II. világháború idején az amerikai légideszant nem is rendelkezett harcjárművel. Vitorlázó repülőgépeik a gyalogság és a hadianyag mellett jellemzően terepjárókat, páncéltörő ágyúkat, aknavetőket, tarackokat és kis méretű földmunkagépeket szállítottak a harctérre.

Az M22 a britek révén kapott először lehetőséget a bizonyításra, ők 230 darabot vettek át. Ráadásul az 1942-re kifejlesztett Hamilcar vitorlázójuk a mérete és a kapacitása folytán képes volt a könnyű harckocsi szállítására. A felmerült technikai problémákat helyi megoldásokkal próbálták orvosolni, de még így sem tudták az 1944. június 6-i normandiai invázió idején bevetni a Locust névre keresztelt járműveket, sőt még a szeptemberi *Market Garden* hadműveletben sem. Végül az 1945. márciusi *Varsity* hadművelet során vetettek harcba néhány példányt, de azok nemigen járultak hozzá a sikerhez. A háború után Egyiptom vásárolt meg néhányat, ezeket pedig 1948-ban az Izrael elleni háborúban használták. [1; 10–12.]

A hidegháború korai szakaszában a növekvő légi szállítási kapacitás birtokában a légi szállítású harckocsi koncepciója újragondolásra volt érdemes, azonban az ötvenes évek közepéig amerikai oldalról ezzel nem foglalkoztak, inkább a felderítő szerepet ellátó könnyű harckocsikra fókuszáltak. Az 1951-ben elkészült és egyébként légi szállításra alkalmas (de ejtőernyős ledobással nem bevethető) M41 Walker Bulldog (4. ábra) azonban nemhogy a légideszant, de még a páncélos erők reményeit sem váltotta be. Bár gyors és mozgékony volt, felderítő járműnek túl zajos, tornya túl szűkös, hatótávolsága alacsony, ráadásul a szovjet T-54 rendszeresítése után 76 mm-es lövege sem számított már hatékonynak. [1; 10.] Leváltására szóba került a futurisztikus kinézetű, ejtőernyős ledobásra is alkalmas, csak prototípus szintjén létező T92. (5. ábra) Azonban nem volt úszóképes (márpedig a szovjet PT-76 úszó harckocsi 1951-es megjele-
nése után ez fontos szempont volt),

3. ÁBRA. Az M22 múzeumi példánya a bovingtoni harckocsimúzeumban (Forrás: Max Smith / Wikimedia)



ráadásul a már említett 76 mm-es löveggel rendelkezett, vagyis érdemi előrelépést nem jelentett volna. [2; 7.]

A légideszant számára akkoriban nem is annyira harckocsit, inkább önjáráó tüzérségi eszközt szántak. 1955-re el is készült az M56 Scorpion, amely egy kis méretű, 90 mm-es önjáráó páncéltörő löveg (SPAT: self-propelled anti-tank) volt. (6. ábra) 7,1 tonnás tömege lehetővé tette, hogy akár nehéz szállítóhelikopterrel is célba lehessen juttatni, de ejtőernyővel is ledobható volt. Hátrányai azonban hamar nyilvánvalóvá váltak. A lövegpajzsot leszámítva nem rendelkezett páncélvédelemmel, vagyis inkább védő, mint támadó szerepre volt alkalmas. Emellett az alacsony járműtömeg és a nagy kaliberű ágyú miatt tüzelés közben olyan jelentős ellenirányú erő keletkezett, hogy a jármű eleje is megemelkedett. 1959-ig csak 150 példány készült, és a légideszant mellett a gyalogos alakulatok támogatására is alkalmazták, de a típus csak az 1960-as évek elejéig maradt rendszerben. A 173. légideszant-dandár egyik százada Vietnámban ugyan még bevetette 1965–66 során, de harci körülmények között sem vált be. [1; 14–15.]

A SHERIDAN

1956-ban program indult „légi szállítású támadó fegyverrendszer” (Airborne Assault Weapon System) néven egy légi szállíthatóságú könnyű páncélos létrehozása érdekében. Ezen belül fontos cél volt a mobilitás, a kételtű kivitel, az alacsony tömeg és a nagy kaliberű páncéltörő löveg kombinálása. Utóbbival azt az inherens dilemmát próbálták feloldani, hogy a könnyű harckocsik jellemzően kis űrméretű ágyúja elégtelen volt közepes és nehéz páncélosok ellenében. [3; 20.] 1959 januárjában tehát pályázatot írtak ki, amire tizenkét vállalat jelentkezett, ezek közül a Cadillac cég lett a nyertes.

A majdani típus már nem „könnyű harckocsi” titulust kapott, hanem az AR/AAV (Armored Reconnaissance/Airborne Assault Vehicle: páncélozott felderítő/légi szállítású rohamjármű) megjelölést, bár lényegileg akkor is egy könnyű harckocsi

2. ÁBRA. M22-es málházása egy C-54 Skymaster szállító repülőgépre. Az eredeti képaláírás szövege: „Immár harckocsikat és tábori lövegeket is el lehet helyezni a Douglas C-54 Skymaster N változatának fedélzetén. A 900 kg-os tornyot leszerelték és a C-54 belsejébe málházták, ezután a járművet hevederek segítségével majdnem teljesen felhúzzák a repülőgép teherterébe.” [18]

4. ÁBRA. Az M41 könnyűpáncélost az amerikaiak harci körülmények között végül nem vetették be, viszont számos szövetséges és baráti állam hadseregét ellátták vele. A képen egy dél-vietnámi M41-es látható (Forrás: Wikimedia)



volt, amelyet fenti elnevezés alapján egyszerre szántak légi szállítású bevetésekre és felderítő szerepkörbe. Ez utóbbi miatt a légi szállíthatóság mellett a kételtű kivitel is alapvető elvárás volt. [4; 4.] A fejlesztés 1960 júniusában kezdődött, a Sheridan nevet pedig már ekkor megkapta a jármű. 1962 júniusában adták át az első teszt példányt (7. ábra), amely még messze állt a végleges változattól, amely csak 1965 februárjára készült el.

A tömegcsökkentés jegyében a test alapvetően alumíniumötvözetből készült, a belsejében elhelyezett habosított

műanyagréteg pedig vízi akadály leküzdésekor csökkentette a merülést és javította az úszó képességet. Ezzel szemben a jellegzetes formájú tornyot acélból öntötték. Négy fő kezelte, ebből három a toronyban kapott helyet, a parancsnok és az irányzó a löveg jobb, a töltő a bal oldalán ült. (A löveget és a párhuzamosított géppuskát az előbbi kettő tudta kezelni.) A jármű tömege 15,83 tonna volt. Hathengeres dízelmotorja 300 LE-s teljesítményt képviselt. Sebessége úton 70, vízen 6 km/óra volt (a hajtásról ilyen esetben a lánctalp gondoskodott), hatótávolsága 600 km. Vízi átkeléshez az elől elhelyezett, felhajtható hullámterelő lemezt,

illetve a test felső szegélyén kialakított tárolókból kihúzható ponyvát kellett alkalmazni. A bal hátsó lámpa alatti szekrényben egy telefonkészüléket helyeztek el, amellyel a legénység a kísérő gyalogsággal kommunikálhatott. A vezetőállás kialakítása is szót érdemel, ugyanis a hagyományos módon felfelé nyitható vagy oldalra csúsztatható fedél helyett egy körkörös elforgatható, kitekintő nyílá-

5. ÁBRA. M56 Scorpion az Amerikai Páncélos Alapítvány Harckocsi-múzeumában (Forrás: Yellowute / Wikimedia)



6. ÁBRA. A T92 egyik teszt példánya. A típus a 76 mm-es löveg mellett egy párhuzamosított 7,62 mm-es, illetve két külön toronyban egy 7,62 és egy 12,7 mm-es géppuskával rendelkezett (Forrás: Wikimedia)





7. ÁBRA. A Sheridan 1. számú tesztpldánya (Forrás: US Army / Wikimedia)

sokkal ellátott, maszkyszerű változat kapott itt helyet; ezáltal a vezetőnek nem kellett nyitáskor felemelkednie és záráskor lehúzódnia. (8. ábra)

A kívánt tüzerő és a kis méret érdekében új, rövid löveget terveztek, a 152 mm-es XM81 (később M81) jelzésű, sima csövű, kombinált harcokocsiágyút. Ehhez egyfelől elégőhüvelyű gránátokat használhattak, másfelől a speciális, irányított Shillelagh rakétát (hivatalos nevén MGM-51 irányított páncéltörő rakéta), amellyel a harcjármű elvileg bármilyen ellenséges páncélost leküzdhetett volna 2000 méteres (később 3000 méteres) távolsáig. Az irányzást félautomata infravörös tűzvezető rendszerrel végezték, amelynek működtetését viszont erősen zavarta a kilőtt rakéta füstje, adott esetben pedig az erős napsütés. Emellett a minimális lőtávolság is igen jelentős volt, nagyjából 730 méter, ennek oka, hogy a tűzvezető rendszer – az elhelyezése miatt – csak ilyen távolság megtétele után látott rá a kilőtt rakétára, és ekkor lehetett megkezdeni annak irányítását. Mivel azonban az elégőhüvelyű gránátok maximális lőtávolsága éppen csak meghaladta a 600 métert, a lövegnek volt egy nagyjából 120 méteres holttere. [5]

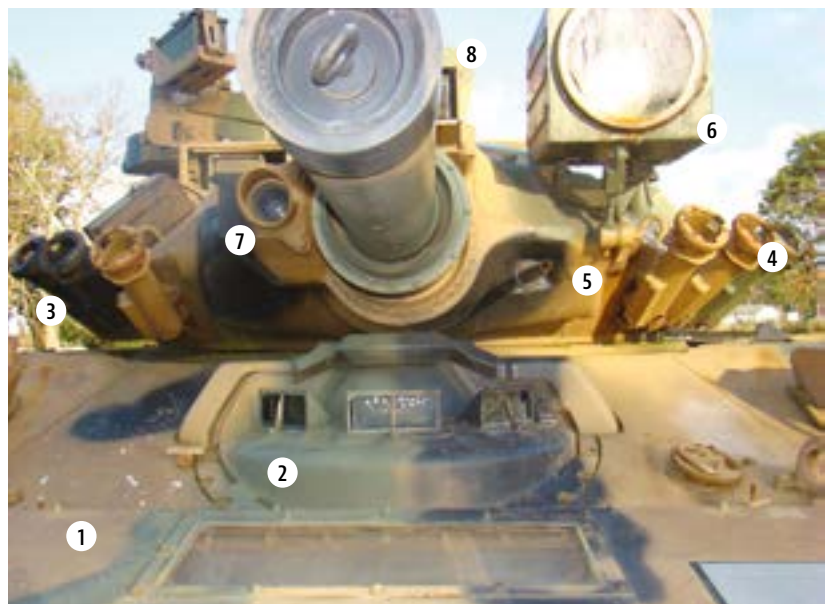
Bár kisebb távolságban vívott, harcokocsi elleni küzdelem esetén végszükségben az elégőhüvelyű gránátok páncéltörő változata is biztosította volna a szükséges képességet, megfontolták, hogy mégis másféle főfegyverzetet (pl. 90 vagy 105 mm-es löveget, esetleg átalakított TOW rakétavetőt) építsenek be, ehhez azonban további egy-két évre lett volna szükségük. [2; 79–81.] Még egy kisebb kaliberű löveg és egy irányított páncéltörő rakéta együttes felszerelése is szóba került (ami később az M2/M3 Bradley harcjárművön valósult meg). Végül azonban mindezekre nem lett szükség, mert a meghosszabbított tesztelésen a Shillelagh átment a próbán, így 1964 augusztusában megindulhatott a gyártás. [1; 19.] A főfegyverzet mellett egy 7,62 mm-es M73 párhuzamosított géppuskát, egy 12,7 mm-es M2 toronygéppuskát, illetve nyolc XM176 kódgránátvetőt építettek be.

A típus tesztelése közben számos további probléma jelentkezett a túlmelegedő motor, a rendkívüli motorzaj,

az irányzék gyenge használhatósága és a löveg megbízhatatlansága, valamint az elégőhüvelyű gránátok miatt. Utóbbiak rosszul reagáltak a páratartalomra, sőt még a mozgásból fakadó rázkódásra is, így könnyen deformálódtak. Emiatt a töltés is nehezekebb lett, elsütésnél pedig az átnedvesedett gránáthüvely nem mindig égett el teljesen, ami a következőnek betöltött gránát robbanásához vezethetett (három ilyen eset is bekövetkezett a tesztek során [1; 23.]). A megoldást végül a máházandó gránátok egyenkénti fóliázása jelentette, emellett a javított változatnál a zárt töltényűrbe tüzelés után sűrített levegőt vezettek, hogy az ott maradt égéstermék így távolítsák el onnan. Ezek miatt viszont a tűzgyorsaság percenként 2-3 lövésre korlátozódott. [3; 20.] [6; 116.] Az alacsony járműtömeggel és a nagy űrméretű főfegyverzettel járó, tüzelés közben fellépő, jelentős dinamikus mozgás könnyen okozott akár személyi sérülést, nehezítette az ismételt irányzást, sőt kilazított egyes alkatrészeket. Sem a panamai trópusi, sem az alaskai sarkköri gyakorlatokon nem

8. ÁBRA. A Sheridan tornya és homlokpáncélzata előlnézetből.

1. a páncéltestre lehajtott, kétrészes hullámterelő lemez, közepén a használat közben alkalmazandó ablak; 2. a vezetőállás maszkyszerű, periszkóppal ellátott, forgatható fedele; 3-4. kódgránátvetők; 5. a párhuzamosított géppuska csöve; 6. infravörös keresőfényező; 7. a löveg optikai irányzéka; 8. a Shillelagh rakéta tűzvezető rendszere (a lövegcső mögött és fölött) (Forrás: Bachcell / Wikimedia)





9. ÁBRA. Az M625A1 kartácsgránát kb. 10 000 darab, 2,54 cm hosszú acéltűt tartalmazott [12; 14.]

remekelt a jármű, azonban a Cadillac cég így is kilobbizta, hogy a típus gyártása megkezdődhessen, amit a General Motors végzett. A Sheridant mindezek után 1966 májusában rendszeresítették a szárazföldi haderőnél. (Közben az ausztrál hadsereg is próbára bocsátotta a típust, de ugyanazokkal a problémákkal szembesültek, így visszaléptek. Amerikai részről még a tengerészgyalogság érdeklődött az M50 Ontos harcjármű leváltása érdekében, de a magas ár és a technikai gondok okán visszaléptek. [1; 26.]

VIETNÁMI BEVETÉSEN

Az amerikai hadsereg alakulatai 1967 júniusában kaptak először a típusból, de csak 1968 októberében engedélyezték a külföldi bevetést. Ennek egyik oka, hogy az újfajta löveghez szükséges gránátokból még nem állt rendelkezésre elegendő, illetve a lőszeres tesztelése is időt igényelt. A vietnámi csapatrőbák ezért csak 1968 végén kezdődhettek meg. A karbantartási és a megbízhatósági problémák továbbra is napirenden voltak, ennek ellenére 1969 januárjában 64 példányt adtak át a harcoló alakulatoknak, először a 11., illetve a 4. páncélosfelderítő-ezrednek. [6; 115.] (11. ábra)

Mivel ellenséges harckocsikra ezen a hadszíntéren nem kellett számítaniuk, a Vietnámba szánt példányokban nem szerepelt a Shillelagh kilövéséhez szükséges rendszer, nem úgy, mint a Nyugat-Európába küldött darabok esetében, amelyek a Varsói Szerződés hadseregeinek páncélosaival kerültek volna szembe egy potenciális háború során. [4; 31.] A hagyományos gránátok közül alapvetően az általános célú M409 és M409A1 HEAT-T-MP (high-explosive anti-tank; tracer; multi-purpose: repesz-romboló, páncéltörő, fényjelző, többcélú) gránátot használták, [1; 24.] amely épületek és bunkerek ellen megfelelt, illetve az M657 repesz-, továbbá az akkortájt sietve kifejlesztett M625 és M625A1 „Beehive”

(„méhkas”) kartácsgránátot. Utóbbi 10 000 apró acéltűt tartalmazott, és élőőr ellen, vagy növényzet letarolására jól bevált. [4; 26.] (9–10. ábra) A járműbe egyébként 29 gránátot lehetett bemáhlázni (a gyárilag ajánlott összeállítás 20 hagyományos gránát és 9 Shillelagh rakéta volt).

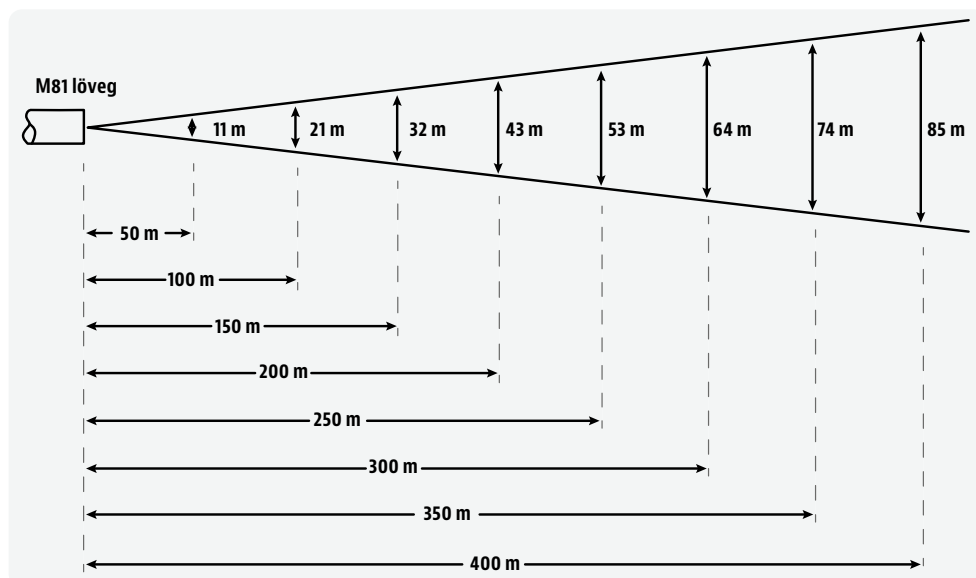
A légénység bizalmatlanul fogadta az új harcjárművet, viszont az 1969. január 29-én, hajnalban történt összecsapás látványos sikert hozott. Két éjszakai őrszolgálatba állított Sheridan személyzete mozgást észlelt a Long Binh-i országút mentén. Bekapcsolták a keresőfényszórót, majd az új M625 kartácsgránátból kettőt lőttek ki az ellenséges egységre. Másnap reggel, mikor átkutatták a területet, több mint 125 holttestet találtak. [1; 30.] Igen hasonló eset történt március 10-én éjszaka Tay Ninh mellett, ahol egyetlen kartácsgránát 40 észak-vietnámi katonával végzett. [7; 144.] [3; 19.]

A fenti sikerek azonban nem írták felül az általános használati problémákat, márpedig ezek Vietnámban fokozottan jelentkeztek. Ilyen volt a váltómű, a hűtő és a szűrők gyakori meghibásodása (ami a por és a sár ismeretében nem meglepő, sőt ez minden járművet érintett ebben a környezetben), az elektromos tűzvezető rendszer nedvességgel szembeni érzékenysége, ami tüzesetekhez vezetett, illetve a megbízhatatlan, néha magától elsülő löveg. (Erre az egyik legtragikusabb példa, amikor konvoj kíséret során egy Sheridan lövege áramköri hiba miatt magától elsült, és a betöltött kartácsgránát fémtűi az előrébb haladó M113-ason ülő katonákat sebeztek halálra.) [3; 21.] [8; 20.] A párhuzamosított géppuska adagolása sem működött megfelelően, gyakori volt az elakadás, a hozzá tartozó lőszeresládák pedig kis kapacitásúak voltak, így ezeket a légénység rendszerint nagyobbakra cserélte. [1; 32.] A löveg alacsony tűzgyorsasága harcban néha megengedhetetlenül lassúnak bizonyult, ilyenkor a személyzet kénytelen volt jobban támaszkodni a géppuskák tűzerejére. Az alumínium páncéltest, különösen a haspáncél vékonysága miatt már a kisebb aknák esetén sem nyújtott elegendő védelmet, ahogy a homlokpáncél sem volt elég hatásos az RPG-k ellenében. Az első

megsemmisült Sheridan egy akna áldozata lett 1969. február 15-én, amely az elégőhűvelő lőszeresek által másodlagos robbanást okozott, ami a vezetőt is megölte.¹ [7; 143.] [8; 17.]

Ilyen körülmények között a Délkelet-Ázsiába 1970-ig küldött első 200 példány nagyjából fele, több mint 100 darab elpusztult, a típus gúnyneve pedig „a műanyag harckocsi” lett. Emiatt egyes harckocsizók szinte rettegve ültek bele, több alakulat vezetése pedig igyekezett elkerülni, hogy Sheridanekkel szereljék fel őket. Az M48 Patton harckocsijához képest jóval gyengébb teljesítményt nyújtott, kizárólag az éjjellátó rendszer tekintetében, illetve mozgékonyaságban és hatótávolságban múlta felül. Kifejezetten gyors volt, laza talajon vagy sárban jól boldo-

10. ÁBRA. Az M625A1 kartácsgránát tűinek szórásképe [2; 109.]



¹ Vietnámban az amerikai harcjárműveszteségek több mint 75%-át aknák okozták. [7; 79.]



11. ÁBRA. A 4. páncélosfelderítő-ezred egyik Sheridanje Vietnámban, 1969 decemberében. Jól látható a jármű elején rögzített, RPG elleni rács, illetve a torony oldalán elhelyezett löszeres rakaszok és egyéb felszerelések (Forrás: Wikimedia)

gult, illetve kisebb mérete folytán a szűkebb ösvényeken jobban lehetett vele manőverezni (más kérdés, hogy az M48 egyszerűen át tudott törni szinte mindenféle növényzeten). [1; 30.] Azok viszont, akik az M113 ACAV-ról² váltottak, értékelték a löveg által képviselt, a géppuskákéhoz képest jóval jelentősebb tüzerőt. Ők adott esetben eredményesen használták, bár az említett technikai problémákat ugyanúgy megszenvedték. [3; 20–21.] [6; 116.]

A védettség fokozása érdekében a küzdőtér padlóját több járműben is homokzsákokkal borították, [9] illetve rövid időn belül felkerült a legtöbb példány parancsnoki kupolájára egy mellső, később mellső-hátsó kiegészítő védőpáncél (a legénység kereszttségében „kalitka”). Idővel a páncéltestet védő titánium pótpáncéllapok is használatba kerültek (ez utóbbiak a vezető életét általában megmentették aknarobbanás esetén). A jármű elejére, a vezetőállás elé egyszerű tartókeret segítségével gyakran rögzítettek drótkerítésből kivágott szelvényt, amely nemcsak az RPG-k ellenében, hanem sűrű növényzetben haladásnál a csapódó ágak eltérítésében is szerepet kapott. (11. ábra) (Emellett bevett eljárás volt ugyanebből hosszabb szelvényeket is felmálházni, és megállás után, védőállásban néhány méteres térközzel ezzel körbekeríteni a jármű elejét, ugyancsak az RPG-k elhárítása érdekében.) Egyes példányokra további toronygéppuskát szereltek fel, néha a meglevő mellé (kettőzve), néha a töltőkezelő búvónyílása fölé, és ezeket olykor még csillagfény erősítésű optikai irányzékkal is kiegészítették. Emellett AEG XSW30U, később AN/VSS-3 vagy AN/VSS-3A infravörös keresőfény-szóró is került több példányra. [2; 115.] Ez utóbbi eszközök statikus védelemben, illetve éjszakai harctevékenységnél nagyon hasznosnak bizonyultak.

A páncéltörő gránátok és az aknák még ekkor is komoly veszélyt jelentettek rá, ami ellen a következő módszerek léteztek:

1. TÁBLÁZAT. Az amerikai páncélosfelderítő-alakulatok Vietnámban használt jellegzetes harcjárműveinek összehasonlító táblázata [13]

Típus	M551 Sheridan	M48A3 Patton	M113 ACAV
Személyzet (fő)	4	4	3
Tömeg [t]	15,83	47,17	12,3 + a pótpáncélzat és az extra géppuskák tömege
Hosszúság [m]	6,3	8,69	4,86
Szélesség [m]	2,82	3,63	2,69
Magasság [m]	2,95	3,12	2,82
Motorteljesítmény [LE]	300	750	215
Max. sebesség úton [km/h]	70	48	67
Hatótáv [km/h]	600	463	483
Gázló- vagy úszóképesség	úszóképés	1,22 m-ig gázlóképés	úszóképés
Löveg	152 mm-es M-81 sima csövű, kombinált löveg	90 mm-es M41 huzagolt csövű löveg	nem volt (csak néhány példányra rögzítettek 106 mm-es hátrasiklás nélküli löveget)
Géppuskák	1 db párhuzamosított 7,62 mm-es géppuska; 1 db 12,7 mm-es M2 toronygéppuska (egyes átalakítás esetén 1-2 további került fel a toronyra)	1 db párhuzamosított 7,62 mm-es géppuska; 1 db 12,7 mm-es M2 toronygéppuska (egyes átalakítás esetén 1-2 további került fel a toronyra)	1 db 12,7 mm-es M2 géppuska; 2 db 7,62 mm-es M60 géppuska

- egyfelől a személyzet kevesebb gránátot málházott be a másodlagos robbanásveszély csökkentésére (ugyanis az elégőhüvelyű gránátok erre érzékenyebbek), és harcban inkább a géppuskákra hagyatkozott;
- másfelől a páncélzatot áttörő találat esetén villámgyorsan elhagyták a küzdőteret, mert a másodlagos robbanások gyorsan bekövetkeztek;
- harmadrészt lehetőség szerint igyekeztek kívül, a páncélzaton ülve utazni. (1. ábra)

A Sheridan ellen szólt még az is, hogy darabára kifejezetten magas volt (körülbelül 300 ezer dollár), [7; 143.] ehhez képest még a kisebb sérülések is teljesen használhatatlanná teheték. (Az összehasonlítás kedvéért: egy M113 alapmodell kb. 40 ezer dollárba, egy M48 pedig nagyjából 309 ezer dollárba került.³ Utóbbi túlélő képessége kimondottan jó volt abban az értelemben, hogy a személyzet általában még súlyos harci sérülések esetén is életben maradt.) (Az említett járművek adatait lásd az 1. táblázatban.)

² Az ACAV (Armored Cavalry Assault Vehicle: páncélozott felderítő rohamjármű) az M113-as pluszpáncélzattal és két további géppuskával ellátott változata volt.

³ A két utóbb említett jármű 1960-as években érvényes darabáráról a szakirodalomban nem áll rendelkezésre adat, ráadásul egy-egy megrendelés nagysága is befolyásolta azt. Az M113 alapmodelljéről több amerikai veterán állította fórumbeszélgetéseken, hogy akkoriban 40 ezer dollár körül volt, de az ACAV alváltozat kiegészítőpáncélzat-készletének pontos ára nem ismert. Az M48 esetében több internetes oldalon utalnak a 309 ezer dolláros darabárra. Bár ezek elég tág és tudományos szemmel nézve nem kellően megalapozott adatok, arra azért jók, hogy legalább nagyságrendileg tisztában legyünk az árarányokkal.

A küzdőtérben szűkös volt a hely, a löveg kezelése nehézkes, és Vietnámban a magas hőmérséklet is nehezítette a bent tartózkodást, illetve kihatott a harci teljesítményre. A harcjármű karbantartása is bonyolult volt, elsősorban a számos elektromos berendezés miatt. A légénység néha egyszerűsítésekkel, vagyis barkács módra beszerelt villanyvezetékekkel oldotta meg a problémákat. [1; 31.] A zsúfoltság miatt a géppuskalőszeres rakaszok többségét a torony oldalán, a személyes és kollektív málhát pedig elsősorban a torony hátulján és oldalán kialakított kosarakban, emellett pedig a páncéltest hátsó részére rögtönzött tartókereteken rögzítették. Fontos módosítás volt, hogy a hátsó részen található lapos kipufogót lecserélték egy nagyjából 60 cm hosszú, függőlegesen felhegesztett fémcsőre. Erre azért volt szükség, mert a motorból nagy megterhelés esetén kiömlő sűrű kipufogógáz hajlamos volt körülölelni a járművet (főleg sűrű növényzetben). [1; 32.] [9]

HARCJÁRMŰVEK A VIETNÁMI HÁBORÚBAN

A magyar szakirodalomban ritkán tárgyalt kérdés, hogy mire és milyen mértékben használtak harcjárműveket Vietnámban. Az ország földrajza tulajdonképpen jóval megengedőbb volt az ilyen harceszközökkel szemben, mint elsőre gondolnánk. A legsűrűbb dzsungleket, illetve a hegyvidék meredek, utakkal nem rendelkező részeit és a Mekong-delta vízzel borított területeit leszámítva szinte mindenütt bevetették őket a küzdő felek. Amerikai részről a harckocsik, a páncélozott szállítók, illetve az egyéb harcjárművek jellemző feladatai közé tartozott a gyalogság szállítása, kísérése és támogatása, a konvoj kíséret, az útbiztosítás, illetve a hidak és bázisok védelme.

Ami a harckocsik közötti összecsapásokat illeti, a háború amerikai szakaszában (1964–1973) ez nem volt jellemző. Konkrétan két olyan esetről tudunk (1968-ból és 1969-ből), ahol amerikai és észak-vietnámi páncélosok ütköztek meg. [10; 448.] Ennek oka, hogy az észak-vietnámi harckocsizó alakulatok csak 1971–72-től kapcsolódtak be érdemben a déli harcokba, akkor pedig (az amerikai kontingens már zajló kivonása miatt) alapvetően a dél-vietnámi haderőkkel csaptak össze. Ekkor, különösen a Vietnámi Néphadsereg 1972-es, majd az 1974–75-ös offenzívái során többször került sor hagyományosnak nevezhető páncélos ütközetekre.

Az utolsó Sheridaneket 1972 márciusában vonták ki Dél-Vietnámból. Ezen a hadszíntéren összesen körülbelül 300 példány sérült vagy semmisült meg (ebből nagyjából 90 javíthatatlanul). [1; 33.] A típus vietnámi szereplése nem vált dicsőségére sem az amerikai hadseregnek, sem a Cadillac cégnek. Különösen szégyenletes, hogy a próbákon felmerült számos hiányosság ellenére sietteték a rendszeresítést, majd a harctéri alkalmazást, ráadásul olyan hadszíntéren, ahol a légi bevethetőségnek és a fő fegyverzetet

képező, állítólag forradalmi páncéltörő rakétának nem volt jelentősége. A visszajelzések és a kongresszusi vizsgálatok hatására az amerikai hadsereg is változtatott a típuspróbák menetén, de a politikai vezetés innentől fogva fokozott gyanakvással fogadott minden új fegyverrendszerrel kapcsolatos indítványt. Ez később majdnem zátonyra futtatta az – amúgy valóban alaposan tesztelt és később remekül bevált – M1 Abrams harckocsi programját. [8; 21.]

HÁTORSZÁGI SZOLGÁLAT

A típustörténethez az is hozzátartozik, hogy a hetvenes években, békeidőben, mérsékelt égövön, a Nyugat-Németországban és az Egyesült Államokban szolgáló páncélosfelderítő- és légideszant alakulatoknál a Sheridan szépen teljesített, ráadásul számos problémáját sikerült időközben kiküszöbölni. [8; 21.] (12. ábra) Több ponton is történtek fejlesztések, ilyen volt például a löveg, a motor és a ködgránátvetők modernizálása, a parancsnoki búvónyílást védő „kalitkapáncélat” szabványosítása, a párhuzamosított géppuska lecserélése M240-es típusra, illetve az AN/VVG1 lézeres távolságmérő beépítése, ami jelentős lépés volt az eredeti irányzóberendezésekhez képest (az ez utóbbival szerelt példányok típusjelzése M551A1 lett).

Számos egyéb ötlet is felmerült, többek között a nagyobb méretű XM150E5 kombinált harckocsiágyú, egy víz-sugárhajtómű, illetve egy automata töltőberendezés beépítése. Szóba került még többek között egy lángszórós változat (M10-8 lángszóróval és 12,7, 20 vagy 25 mm-es párhuzamosított fegyverrel), egy csapatlégvédelmi verzió (20 mm-es M61 Vulcan gépágyúval), egy önjáró tarack (105 mm-es XM103 tarackkal), illetve egy műszaki verzió (XM135-ös bontóágyúval, tololapáttal és daruval), egy torony nélküli hídvető változat, egy aknavető-hordozó (107 mm-es aknavetővel), páncélozott és páncélatlan szállító verzió, sőt még egy gyalogsági harcjármű is (20 mm gépágyúval és 7,62 mm-es géppuskával, 11 fő szállítására). Végül csak az ATRV-ből (Armored Tracked Recovery Vehicle: páncélozott láncaltapas műszaki mentő) gyártottak. Módosított tornyára, a löveg helyére egy darut rögzítettek, a védőfegyverzet pedig egy 7,62 mm-es géppuska volt. [2; 126–134.]

Az amerikai haderő európai parancsnokságán folytak még viták arról, hogy a Sheridant felderítőként vagy páncéltörő szerepkörben kellene inkább alkalmazni, de a jármű rövid szolgálati ideje miatt ezek végére nem került pont. [1; 34.] 1978 és 1980 között a legtöbb alakulattól kivonták a típust. Összesen egyébként 1662 példány készült 1970-ig, a program pedig nagyjából 1,3 milliárd dollárt emésztett fel (beleértve a szükséges lőszeret és kiegészítő árát). [2; 101.] [11; 3.] A váltótípusok egyelőre az M60A1 harckocsi és az M113 PSZH lettek. A kimondottan felderítő szerepkörre szánt, de ejtőernyővel nem bevethető, és ekkor már tervezés alatt álló M3 Bradley 1981-ben érkezett.

Az M551 története azonban ezzel sem ért véget. A Tennessee-i Nemzeti Gárdánál, illetve a 82. légideszant-hadosztálynál szolgálatban maradt mint az egyetlen légi úton is bevethető könnyűpáncélos. Ez jelenthetett kis sebességű ejtőernyős ledobást (LVAD: Low Velocity Air Drop), illetve az ún. LAPES-módszert (Low Altitude Parachute



12. ÁBRA. A 101. légideszant-hadosztály 17. páncélosfelderítő-ezredének Sheridanjei gyakorlaton Fort Campbellben, 1972. (Forrás: National Archives and Records Administration / Wikimedia)

Extraction System), amikor is kis magasságban repülve ejtőernyő segítségével csúszatták ki a szállító repülőgépről a járművet. (13. ábra) Mindkét esetben különleges raklapra rögzítették a könnyűpáncélost, és a személyzet külön, ejtőernyővel ugrott. Ezek mellett hagyományos légi szállítással, akár egy C-130-as szállítógépen is célba tudták juttatni.

BIZONYTALAN JÖVŐ

A Sheridan még az 1980-as években is kapott néhány korszerűsítést, ezek egy része az új M3 Bradleyről vagy az M60A3-ról származott. A légideszantterőknél felvetődött, hogy a Sheridan torony nélküli változatát ellátják egy 25 mm-es Bushmaster gépágyúval és TOW rakétaveetővel. Néhány tesztet meg is szerveztek, de ez a kezdeményezés végül nem kapott elegendő támogatást. Ugyanitt 1987-ben próbát tettek a tengerészgyalogság LAV-25 Piranha kerek harcjárművével (sőt a 82. légideszant-hadosztály páncélos zászlóaljának egyik szakasza az 1991-es öbölháborúban harcban is alkalmazta). Ez a típus sem vált be a kívánnál gyengébb fegyverzete és a légi szállítás szempontjából kedvezőtlen (magas és fejnehéz) kialakítása miatt. [1; 39, 42–43.] (15. ábra) Mindeközben a könnyű és mozgékony harcjárművek tervezése továbbra is napi-



13. ÁBRA. Sheridan ledobása a LAPES-módszerrel egy C-130E szállító repülőgépről (Forrás: Wikimedia)

renden maradt a szárazföldi haderőnél és a tengerészgyalogságnál, így megint szóba került, hogy a Sheridan alváza talán életképes lenne másféle fegyverzettel. Az ezzel kapcsolatos tervek között szerepelt például egy 1982-es koncepció, amely a torony helyére, egy magasított állványra szerelt 75 mm-es Ares gépágyút hordozott, ez az ELKE (Elevated Kinetic Energy) fegyverrendszer nevet kapta. Ennek segítségével fedezék mögül is képes lett volna kilőni anélkül, hogy a jármű testét és legénységét kitették volna az ellenséges tűznek. [2; 154.] (14. ábra)

A hadtörténelem egyetlen, harckörülmények között végzett ejtőernyős harckocsiledobására az 1989-es panamai invázió során került sor. Tíz Sheridant vetettek be ilyen módon, ebből nyolc maradt harcképes a földet érés után, és aktívan ki is vették a részüket a küzdelemből (4; 55). Épületcélok és orvlövészek ellenében különösen hatékonyak voltak, miközben a gyalogságot támogatták. [2; 277.]



14. ÁBRA. Az ELKE fegyverrendszerrel ellátott Sheridan-alváz tesztelésén (Forrás: US Army / Wikimedia)

15. ÁBRA. Az amerikai tengerészgyalogság a mai napig alkalmazza a LAV-25-öt, de a légideszant számára nem vált be. A kép egy 2019-es jordániai gyakorlaton készült (Forrás: Adam Dublinske, USMC / Wikimedia)



16. ÁBRA. A 82. légideszant-hadosztály 73. páncélos ezredének 3. zászlóaljába tartozó Sheridan előkészített löszerkészlettel egy lögyakorlat előtt. *Sivatagi Pajzs* hadművelet, Száúd-Arábia, 1990. decembere (Forrás: US Army / Wikimedia)

17. ÁBRA. XM8 könnyűpáncélos 1. szintű páncélzattal, 1994 (Forrás: US Army / Wikimedia)

18. ÁBRA. M10 Booker harcjármű egy 2023-as felvételén (Forrás: US Army / Wikimedia)



nás teljes tömeget pedig csak az utólag odaszállított, helyszínen felszerelt kiegészítő páncélzattal érte volna el – de csak akkor, ha az adott hadszíntéren erre szükség lett volna. Az XM8-ból hat tesztpéldány készült 1994 tavaszán, és bár a program ígéretesen indult, 1996 januárjában költségvetési okokból felfüggesztették. [1; 44–47.] A típus továbbfejlesztése még a 2010-es évek végén is felmerült különböző programok során, de eredmény nélkül, és bár több állam hadvezetése érdeklődött iránta, végül exportra sem került soha.

Még egy említésre méltó kísérlet volt az M10 Booker harcjármű (18. ábra) projektje, amely a közelmúlthoz kötődik. Az ejtőernyős bevetethetőség ugyan ennél a típusnál nem szerepelt az elvárások között, de az eredetileg előirányzott alacsony tömeg azzal kecsegtetett, hogy talán ez is megoldható lesz. A felmerülő igények miatt a járműtömeg azonban egyre csak nőtt, így a légi szállíthatóságról végül le kellett mondani, és átsorolták gyalogsági támogató harcjárművé. Többéves fejlesztés után 2023-ban jelentették be a típus rendszeresítését, amelyből 26 példányt vett át az amerikai hadsereg csapatpróbákra. 42 tonnás tömeggel, egy 105 mm-es M35 harcokocsiágyúval és két géppuskával rendelkezik, személyzete 4 fő. Éles bevetésre nem került, 2025 tavaszán pedig a programot törölték, mondván a globális változások és a haderő-transzformáció aktuális céljainak fényében a koncepció idejétmúlt és felesleges, ehelyett a korszerűbb fegyverrendszerek, például a drónok fejlesztésére kell koncentrálni. [14][15][16][17]

Visszatérve a Sheridanre, a típust utolsóként működető aktív alakulat, a 82. légideszant-hadosztály 73. páncélos ezredének 3. zászlóalja végül 1997 során vált meg tőle. Hogy a légideszant ne maradjon harcokocsi-támogatás nélkül, felállítottak egy közvetlen készenléti századot (Immediate Ready Company – IRC), amelyet a 3. gyaloghadosztály biztosított volna a 82-eseknek, amennyiben egy művelet során harcjárművekre lenne szükségük. Ez esetben C-17-es szállító repülőgépekkel juttattak volna el Abrams harcokocsikat és Bradley harcjárműveket a kérdéses térségbe. [1; 43.]

Az M551-est hadgyakorlatokon még ezután is használták ellenséges harcokocsik szimulálására egészen 2004-ig. Ezen körülbelül 300 példány némelyike kimondottan érdekes látványt nyújtott, ugyanis fém-, fa- és műanyag lemezekből készült, ún. VISMOD (Visual Modification: látványmódosító) készletek segítségével jelentősen átalakítottak, hogy jobban hasonlítsanak a szovjet típusokra. (19. ábra)

A járműveket MILES (Multiple Integrated Laser Engagement System: integrált lézeres valós szimuláció) rendszerrel is ellátták, éles fegyverzettel viszont nem rendelkeztek. M551A2 Opposing Force Vehicle ([szimulált] ellenséges jármű), illetve M551NTC jelzéssel említik őket (az NTC a kaliforniai Fort Irwinben található kiképzőközpont, a National Training Centerre utal). [1; 40.] [2; 141.]

ÖSSZEGZÉS

Az M551 Sheridan egy rendkívül ellentmondásos, újszerű megoldásokkal készült, igen drága, a valós harci viszonyok között viszont eleinte gyengén vagy közepesen teljesítő, képességeit tekintve pedig nagy általánosságban kihasználatlan légideszant-harcjárműnek nevezhető. A sietős rendszeresítéssel járó kiforratlansága és megbízhatatlansága miatt nem egy amerikai katona vesztette életét. Vietnámban, ahol felderítő harcjárműként használták, ráadásul más, már rendszerben álló típusokkal is el tudták volna látni a feladatát. Az 1989-es panamai hadművelet volt az egyetlen eset, amikor harcban is kihasználták a típus ejtőernyős bevetetőségét, a Shillelagh rakétát pedig harc körülmények között mindössze az 1991-es öbölháborúban alkalmazták. Emellett komplex szerkezet volt, működtetése alapos képzést igényelt, így a személyzet általában egy túlbonyolított és nem igazán megbízható típusnak tartotta. [2; 141.] Mindezek ellenére, a Sheridan volt a leghosszabb ideig szolgálatban tartott légideszantos harcjármű az amerikai haderőknél. Ez azonban sokkal inkább egy kényszerhelyzet eredménye volt, amikor is nem akadt megfelelőbb alternatíva, így a hadsereg jobb híján ezt használta.

Ami pedig tágabb képet, a légideszant-harcjármű amerikai koncepcióját, illetve annak szükségességét illeti, a szárazföldi haderőnél az 1960-as évek közepétől egyre nagyobb teret nyertek a légimozgékonyaságú (helikopterekkel végzett szállításra és támogatásra alapuló) harcászati módszerek, lényegében kiváltva az ejtőernyős bevetések szükségességét, [6; 115.] és az azóta eltelt évtizedekben sem volt gyakori harci körülmények között az ejtőernyős

deszant nagyarányú alkalmazása. Közben a hagyományos (repülőfedélzeti) légi szállíthatóság a nagy méretű szállító repülőgépek (C-5, C-17) révén egyre inkább elérhető lett az univerzális harcokcsik és a gyalogsági harcjárművek esetében is, és ahogy az IRC-koncepció kapcsán említettem, ezt a gyakorlatban is elfogadható alternatívának találták a légideszant alakulatok páncélos támogatásának biztosítására. Következésképpen egy újabb, kimondottan légi szállítású harcjármű kifejlesztése és rendszerben tartása amerikai oldalról feleslegesnek tűnik. ■

HIVATKOZÁSOK

- [1] Zaloga, Steven J.: M551 Sheridan – US Airmobile Tanks 1941–2001. Osprey 2009.
- [2] Hunnicut, R. P.: A History of The American Light Tank 2. Presidio 1995.
- [3] Miskimon, Christopher: M-551 Sheridan. Vietnam Magazine, 2007. aug., 19–21.
- [4] Doyle, David: M551 Sheridan In Action. Squadron / Signal Publications 2008.
- [5] M551 Sheridan Light Tank. [é. n.] <https://armyhistory.org/m551-sheridan-light-tank/> (Letöltve: 2025.12.31.)
- [6] Robinson, M. P.: American Armor In Vietnam. AK Interactive 2022.
- [7] Starry, Donn A.: Mounted Combat in Vietnam (Vietnam Studies). Department of the Army, Washington D. C. 1978.
- [8] Zaloga, Steven J.: US Light Tanks 1944–84. Osprey 1984.
- [9] Kibbey, Doug: M551 Sheridan in Vietnam. A Tamiya cég 365. sz. Sheridan makettjéhez mellélt visszaemlékezés. 2019.
- [10] Westmoreland, William C.: A Soldier Reports. Dell, 1980.
- [11] Hughes, Chris: M551 Sheridan Tank Walk Around. Squadron / Signal Publications 2012.
- [12] Arnold, James R.: The Illustrated History of The Vietnam War: Armor. Bantam Books 1987, 14.
- [13] Chant, Chris: Harkocskik. Zrínyi Kiadó, 2005, 145, 168, 206.
- [14] Judson, Jen: General Dynamics to begin building US Army's new light tank next month. 2022.10.10. <https://www.defensenews.com/industry/2022/10/10/general-dynamics-to-begin-building-us-armys-new-ight-tank-next-month/> (Letöltve: 2026.02.19.)
- [15] Judson, Jen: Dead on arrival: Army pulls plug on M10 Booker light tank. 2025.06.12. <https://www.defensenews.com/land/2025/06/12/dead-on-arrival-army-pulls-plug-on-m10-booker-light-tank/> (Letöltve: 2026.02.19.)
- [16] Rommen, Rebecca: The US Army says it's scrapping a new light assault vehicle that got 'too heavy'. 2025.05.02. <https://www.businessinsider.com/us-army-scrapping-m10-booker-light-tank-vehicle-too-heavy-2025-5> (Letöltve: 2026.02.19.)
- [17] Dickstein, Corey: Army cans tank-like M10 Booker armored vehicle after 2 years. 2025.05.05. <https://www.stripes.com/branches/army/2025-05-05/army-tank-booker-canceled-17690379.html> (Letöltve: 2026.02.19.)
- [18] Air Tech Monthly, Vol. 6 No. 6, June 1945. <https://www.usmilitariaforum.com/forums/index.php?topic/118156-wwii-airborne-transportable-vehicles/> (Letöltve: 2026.01.15.)

19. ÁBRA. T-80-ast „alakító”, VISMÓD-készlettel ellátott Sheridan egy 1993-as hadgyakorlaton
(Forrás: Jeff Mellody, US Army / Wikimedia)



A MAKETT

ADATLAP

Készlet: M551 Sheridan
(Vietnam War)

Gyártó: Tamiya

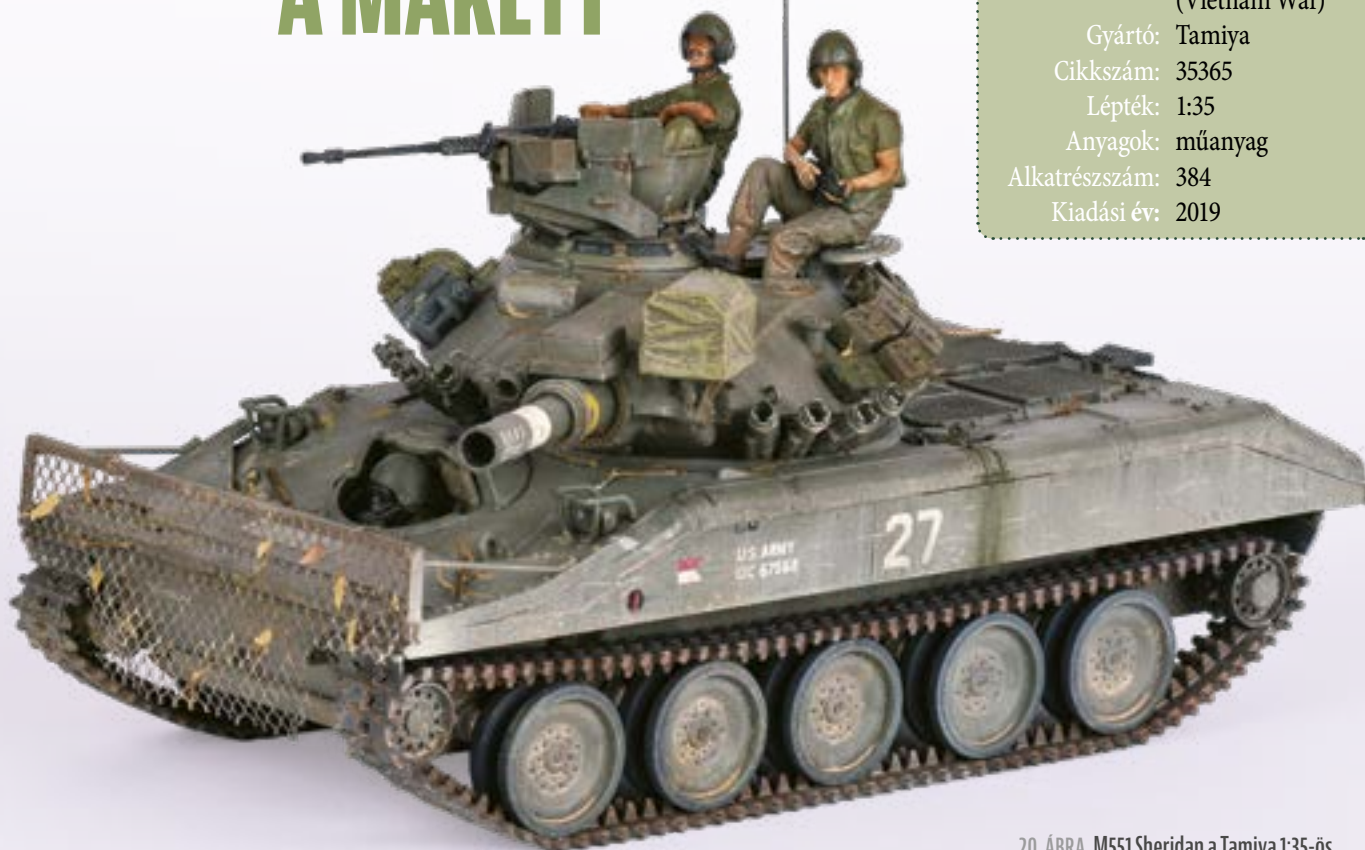
Cikkszám: 35365

Lépték: 1:35

Anyagok: műanyag

Alkatrészszám: 384

Kiadási év: 2019



20. ÁBRA. M551 Sheridan a Tamiya 1:35-ös makettjeként (A fotók a szerző munkái)

21. ÁBRA. A koszolás mellett jól láthatók a makett oldalán megjelenített szürkés kopásnyomok és barnás benzinfoltok

A Sheridan sorsa nemcsak harcjárműként, hanem makettként is sanyarú volt. 1:35-ös léptékben először a Tamiya dobta piacra 1971-ben, ezt az Academy is átvette, majd saját alkatrészekkel egészítette ki, de ettől sem lett sokkal jobb... Hosszas várakozás után, 2005-ben aztán az Academy adta ki új számmal mind a vietnámi, mind az öbölháborús verziót. Ez első pillantásra meggyőzőnek tűnik, viszont jobban megvizsgálva hemzseg az apróbb pontatlanságoktól. 2019-ben aztán teljesen új Sheri-



dan-készletek érkeztek a Rye Field Model, illetve a Tamiya részéről.

A Tamiya-változat a megszokott japán minőséget képviseli (kiválóan illeszkedik, észszerűen bontott, gyorsan építhető), de apró extrákat is nyújt, bár egyik sem eget rengető. Egyfelől a fekete-fehér építési útmutatót kiegészíti egy színes nyomtatvány, amely a festési sémák mellett egy rövid visszaemlékezést és néhány archív fotót tartalmaz. (Ez persze inkább csak figyelmesség, mivel a színes nyomtatás ma már nem luxus, és az ilyen kiegészítő anyagoknak igazából 30-40 évvel ezelőtt lett volna létjogosultsága, amikor még nem létezett internet, a szakirodalom pedig nem volt ilyen bőséges, a gyártók viszont már akkor könnyedén megtehették volna ugyanezt.) Másfelől egy jól ismert technikai megoldással segítik magát az összeállítást. Ezt apró gumihengerek segítségével érik el (hasonlóan a görögöknél vagy a test összeillesztésénél alkalmazottakhoz), amelyek a löveg mozgathatóságát biztosító mechanizmus mellett a vezetőállás páncélozott „gallérja” és a vezető figura esetében segítenek abban, hogy egyes építési vagy festési fázisok idejére igény szerint ki tudjuk őket venni a helyükről. (Ez is inkább a kezdők számára jelent segítséget, egy haladó valószínűleg nélkül is boldogul, viszont a Tamiya-makettek tervezésénél az előbbi csoportra is figyelnek.)

Variációs lehetőséget elsősorban a fényszóró, illetve a géppuskaállás nyújt. Előbbit vászonborítással vagy anél-

kül, használatra előkészítve is megépíthetjük. Utóbbinál az ACAV-páncézzal ellátott változat is összeállítható. Ennek függvényében kell viszont a két festés közül választani, hiszen a *Canary Cage* nevű példány ilyen pluszpáncélt hordoz, míg a *Hard Core 7* (lásd a 11. ábrát) enélkül építendő. Mindkettő 1969-ből való, előbbi a 11. páncélosfelderítő-ezred, utóbbi a 4. páncélosfelderítő-ezred járműve volt. A vezetőállás előtt rögzített, RPG elleni drótkerítés-szelvény mindkét példányon szerepel.

A Tamiya cég bizonyos makettjeihez saját feljavítókat is készít. A Sheridanhez gyártott (12687. számú) készletben egy huzagolt fém lövegcsövet kapunk, emellett maratott alkatrészként a szellőzők rácsait, a fényszórók oldalsó védőlemezeit, illetve a már említett mellső „kerítésrácsot”. (Viszont hiányzik a géppuska ACAV-stílusú pótpáncéllemeze, amit minimális pluszmunkával mellékelhetek volna, és vékonyságával hozzájárult volna a hitelességhez.) Mivel elérhető áron kapható, illetve mert az alapkészletben az összes rácshoz szokás szerint nem a leghitelesebb műanyag hálót mellékelnek, be is szereztem. Használata egyértelmű, és a darabok jellege miatt a kezdőknek sem okozhat gondot. A fém lövegcső külső, tükörsima felületeit érdemes finom csiszolópapírral átdörzsölni a munka elején, illetve alapozóval lefűjni, hogy a festék tapadását segítsük. Az Aber R-25 készletéből egy réz antennát és a hozzá tartozó bakot vettem még elő.

A Tamiya jó minőségű műanyag (darabos és szakaszos) lánctalpat mellékel. Hogy egyszerűsítsem a festést, bluetac segítségével ideiglenesen rögzítettem a helyükre a görgőket, majd az útmutató szerint felhelyeztem és összeragasztottam a lánctalpat. Kiválóan illeszkedik, és a javasolt darabszám is stimmel. Összeállítás után lecsúsztattam a meghajtógörgővel együtt a lánctalpat és így, egyben festettem. Először páncélszürkével alapoztam, utána különböző barnás árnyalatokkal fűjtam vékonyan át. A gumibetét nagyon sötét szürke színt kapott. Közben a görgők festésére is sort kerítettem. A négy gumi sárhányóból az egyiket kicsit megtéptem, de ha valamelyiket le hagyjuk, akkor is hiteles, mert a fotók tanúsága szerint több járműről leszakadt a használat során.

A festés és a koptatás kapcsán fontos részlet, hogy a test alumíniumötvözetből készült, míg a torony acélból. Elnézve az online és nyomtatott cikkeket a témában, az alumíniumos koptatáshoz a Sheridannál sokan ezüsfestéket használnak alapréteggént, azonban a színes vietnámi háborús fotókat megvizsgálva ez egyáltalán nem hiteles. A képeken a mélyebb kopások (amelyek nagy részét a felületet végigszántó növényi ágak okozhatták) alatti részek matt szürkék vagy zöldes-szürkék; fémes hatású, csillogó kopás nem is látható. Ráadásul egy vonatkozó fórumbejegyzésben valaki közzétett egy fotót egy restaurálásra váró, lecsiszolt felületű példányról: az alumínium ezen matt szürke volt, fémes csillogás nélkül; kizárólag a külön rögzített és acélból készült kiegészítők (például emelőfülek) voltak fémes barna színűek.

Mindezek fényében először maszkoltam az átlátszó alkatrészeket (a fény-



szórókat és a hullámterelő lemez ablakát), majd középszűrővel alapoztam a testet, utána pedig a MiG Ammo 82-es (PSZH beltéri zöld) festékével nagyon halványan átfűjtam. Ezután következett a MiG koptatófolyadék, és erre jött a 81-es olajzöld szín (ami a Vietnámban is használt FS.24087-tel azonos). Homokszínnel világosítva ezt kicsit moduláltam. Utána jött a visszakoptatás: a felvizezett felületeken egy régi, keményszőrű ecsettel, illetve egy szórópisztoly tisztításához javasolt kemény tüvel koptattam. Utóbbi különösen alkalmas volt arra, hogy az oldalakat végigkarcoló ágak hatását megjelenítsem. (21. ábra)

A tornyon és a görgőkön csak nagyon enyhén koptattam fémes barnával, mivel a vietnámi fotókon nem látszik durva kopás, inkább a koszosodás érvényesül. Az emelőfüleknél, illetve a torony egyes részein némi rozsdaszínt vittem fel. Fényes lakkréteg következett, majd a matricázás. A Tamiya-matricák viszonylag vastagok, szerencsére nincs belőlük sok. Újabb réteg fényes lakk után jött a filterezés, ehhez az Abteilung olajai közül fehér, sárga és sötétbarna színt vettem elő. A felhelyezett festékpöttyöket lefelé irányuló ecsetvonásokkal eldolgoztam a felületen.

A vietnámi példányokra jellemző bőséges külső málha megjelenítéséhez kiegészítőkre lesz szükségünk, ugyanis a Tamiya-készletben csak benzineskannákat és lőszeres ládákat kapunk. (Sajnos a matricaívről lehangyát utóbbiak sárgabetűs feliratait. A hiányt a koreai Def-Model 35002-es ívéről pótoltam.) A cseh Plus Model 127. számú dobozából vettem elő műgyantából készült melegétel-tárolót, olajoskannát és hasonlókat, más maradék készletekből pedig ponyvát, vizeskannát, magnót és háztizsákat válogattam, illetve papír zsebkendőből takarókat készítettem. Fontos, hogy a kívül rögzített lőszeres ládákat barnásabb és sötétebb, míg a fényszóró védőponyvját világosabb olajzölddel festettem,

22. ÁBRA. A makett felülnézetből. Jól láthatók a növényzetről letört ágak és levelek, illetve a különböző zöld árnyalatok, amelyek egyszínű járműmakett esetében sokat segítenek a felületek elkülönítésében

23. ÁBRA. A toronyra rögzített külső málha a Vietnámban használt példányokra különösen jellemző volt



mint a járművet; ez hozzájárul ahhoz, hogy a makettre ránézve könnyebben elkülönüljenek a részletek. (22–23. ábra)

A toronygéppuska rögzítése általában csak előre irányozva lenne lehetséges; ez a gyártóra nézve szégyen, ráadásul ilyesmit az utóbbi időben más, amúgy szép kidolgozású makettjükön is eljátszottak ahelyett, hogy némi pluszmunkával biztosították volna a későbbi forgathatóságot. A rögzítőcsapok levágásával a kívánt szög beállítható, de így is számolnunk kell azzal, hogy a géppuska az építés után már nem lesz forgatható, hacsak nem oldjuk meg házilag.

A koszolás előtt mindenképp érdemes a színes vietnámi fotókat tanulmányozni. Sokan valószínűleg a vöröses porhoz nyúlnának, pedig Vietnámban sem mindenütt ilyen a talaj. Nyugodtan használhatjuk hát a barnás vagy drapp színű pigmenteket, illetve enamel festékeket. Ugyanígy a koszolódás mértékében is nagy az eltérés, de azt érdemes tudni, hogy a háború idején Dél-Vietnámban közúthálózatának nagy része nem volt lebetonozva, ahogy az amerikai támaszpontok útjainak jelentős része sem, így a por és a sár állandóan jelen volt – terepen pedig aztán pláne. Úgy döntöttem tehát, hogy egy alaposan kihasznált, alapvetően poros és enyhén sáros példányt készítek a szárazabb téli évszaktól.

A MiG 1750-es Dry Earth enameljéhez Europe Earth pigmentet kevertem (ezek „klasszikus” porszínűek, lásd a kérdéses példányról készült 11. ábrát), majd enyhén hígítottam. Ezt többféle méretű ecsettel vittem fel, majd mostam vissza, figyelve a felületek lejtésére. A járművön megülő, illetve onnan lepergő por megjelenítésére nagyon jól használható, a textúrája ide illő, illetve a hosszabb száradási idő miatt van lehetőségünk formálni vagy kijavítani. A felferődött, frissebb sarat ezzel szemben egy sötétebb, barnás enamel festékkel (MiG Accumulated Dust) imitáltam, amit egy közepes, szétálló szálú ecsetről, szórópisztollyal fújtam fel főleg elől és oldalt. Ezek után a Dry Earth színből még nagyon vékonyan, alacsony nyomás mellett felfújtam néhány halvány foltot, alapvetően a futómű környékére. Ezáltal érvényesül a járműre több rétegben lerakódó, jellegében is eltérő kosz. A kiömlött üzemanyag foltjaihoz a MiG Dark Streaking Grime festékét használtam. A kipufogó környékére enyhén világosított feketével fújtam fel a lerakódott kormot.

Még egy részlettel lehet hitelesebbé tenni a terepet járó, sokszor a bozótban átkelő harcjármű makettjének megjelenését: a növényzetről letört, lepergett levelekkel és ágakkal. A MiG 8408. és 8409. készletéből friss, illetve elszáradt trópusi leveleket vettem elő. Előbbieket főleg elől, utóbbiakat inkább a hátsó fertályon rögzítettem hígított faragasztóval. Az ágak egy valódi bokorról származnak. (22. ábra) Legvégül felragasztottam az antennát és vékonyan lakkoztam az egész járművet a Mr. Hobby Matt Finishing Spray-jével. Egyes részek, pl. a fényszóró védőhuzata vagy a málha egyes elemei ultramatt lakkozást kaptak.



24. ÁBRA.
A makett
az alapon

A dobozban két és fél figurát találunk, amelyek felhasználásán érdemes elgondolkodni. A Tamiya az utóbbi években egyre szebb alakokat gyárt, amelyeknél az arcok, a ruha redőzete és részletei egyre élethűbbek (ennek a bontást is alárendelik), a pózok pedig természetesebbek. A készletből végül a vezetőt és a kiülő töltőt használtam, melléjük egy máshonnan maradt műgyanta parancsnoki alak került. Festés és porozás után a ruházatot a MiG Ammo ultramatt lakkjával kezeltem, míg a sisakoknál és a műszálas védőmellényeknél az anyagok ismeretében meghagytam egy enyhe fényes hatást. A sisakmikrofonok drótból készültek.

Alapot is készítettem a maketthez. A Buco Model Base 22 × 17 cm-es befoglaló méretű műanyag keretét használtam, amely kiemelhető, 20 × 15 cm-es műanyaglapokkal készül. Összeállítottam Photoshopban egy kollázt, amely a jármű adatait, a 11. ábrán látható fotót, illetve az említett alakokat felvarrót tartalmazza, a háttér pedig a Vietnámban használt Mitchell-mintás sisakhuzat álcája adja. Ezt egy fotóboltban habkartonra kasírozttam, majd a keretbe került. (24. ábra) A makettet szilárdan, de levehető jelleggel akartam rögzíteni, ezért a mágneses megoldást választottam.

A Tamiya új Sheridanje kimondottan ajánlott a vietnámi témában gondolkodó harcjármű-makettezők számára, és aki nem elégszik meg a részletességével, az talál hozzá kiegészítőket a piacon, de a Rye Field Model termékén is elgondolkozhat. Utóbbi magasabb alkatrészszaám (köztük számos réz darab) mellett tartalmazza a páncéltést különböző pótpáncélzatait, és a valamivel bőségesebb málha mellett az M2 géppuskára erősített csillagfényerősítéses optikai irányzékot, illetve kétféle ikergéppuskát. A szakirodalomból ajánlhatom az AK Interactive *American Armor in Vietnam* című kötetét (ez a bőséges képanyag mellett szervezeti, ill. harcászati részleteket és számos festési profilt közöl), részletfotók terén Chris Hughes *M551 Sheridan Walk Around* című kötetét a Squadrantól, illetve makettező oldalról a szintén AK-féle *US Armor in Vietnam*-ot, továbbá az Abrams Squad 10. számú tematikus kötetét (*Modelling The M551 Sheridan*). ■

A makett a 2026-os XXXIV. Szolnoki Országos Makettkiállítás és Versenyen harcjármű 1/48 és nagyobb kategóriában ezüst-érmet kapott.

OCSKAY ISTVÁN – PÁNCZÉL MÁTYÁS – REJTŐ ISTVÁN

A T-72 harckocsi a magyar haderőben 1978–2025

I. A kezdetek

Három szerző szakmásteretének tanúbizonysága ez a kötet, amely másfél évtizedes gyűjtő-értékelő-elemző műhelymunka eredményeként született meg.

Kell-e külön ajánlás ahhoz a könyvhöz, amelynek előszavához az egykori ízig-vérig harckocsizó Lőrincz Kálmán ny. vezérezredes, bevezetőjéhez a volt T-72-es dandár parancsnoka, Szollár János ny. alezredes, míg utószavához a csapatélettét ezen a típuson teljesített Márkus Ferenc ezredes adta a nevét? És ha ez netán kevés lenne, akkor jelentős érvként hozható fel a könyv Végjegyzetek című része, amely 1339 hivatkozást tartalmaz.

A halvány mattzöld borító nem hivatkozód, ám grafikájával mégis megragadja az olvasó tekintetét: Magyarország kirajzolódó sziluettjéből ugyanis egy T-72-es harckocsi tör elő. A szerzők nevei, Ocskay István, Pánczél Mátyás és Rejtő István a borító jobb felső sarkában – az előre törő harckocsi látványa miatt –, kevésbé hangsúlyosan lettek elhelyezve.

A könyv a 41,5 tonnás T-72-es magyarországi történetét egy 1,75 kg súlyú kiadványba koncentrálja, és négy fő részre oszlik. Az első rész címe *A T-72 harckocsi összefoglaló típus története a T-72M1 (T-72A) altípusig*, amit Pánczél Mátyás jegyez. Róla elmondható, hogy a páncélos szakterület megszállott, szakavatott ismerője és kutatója, aki már másfél évtizede is céltudatosan, ennek a kiadványnak alárendelten kutatta a témát és gyűjtötte annak darabkait. Ezek álltak most össze egy egész és öltének testet az I., majd a II. kötetben. Ebben a részben a szerző 63 oldalon követi nyomon a szovjet T-sorozatú harckocsik II. világháború utáni fejlődését, érintve a harckocsigyártás kutatóintézeit és ipari komplexumait, azok együttműködését és versengését, a bennük folyó kutatás-fejlesztést, illetve a politikai döntések rájuk gyakorolt – a megkezdett fejlesztéseket hol támogató, hol visszavető – hatásait. E rész szakmai értékét növeli, hogy a harckocsit komplex egészként kezelve nyomon követi a konstrukció fejlesztésének szinte valamennyi részterületét: a páncélzat, a páncéltest és a torony, a fegyverzet és a löszerek, a nappali, valamint az éjszakai figyelőműszerek és célzóberendezések fejlesztését, azok fejlődését. A fejezet végén összevetés olvasható a magyar haderőben rendszeresített T-72 és egyes korabeli nyugati harckocsik között.

A második rész címe *A Magyar Néphadsereg páncélozott harcjárműveinek összefoglaló története 1986-ig*. Ezt a 2025. évben hadtudományból doktori címet szerzett dr. Ocskay István ezredes jegyzi. Az édesapja – id. Ocskay István ny. ezredes – nyomvonalán haladó szerző áttekintést ad a páncélos haditechnikai eszközök fajtáiról, azok mennyiségéről és mindezt hat szakaszra (1958–1960, 1961–1965; 1966–1970; 1971–1975; 1976–1980; 1981–1986) bontva. A kimutatásokban megtalálható mindazon típus, amely a csapatoknál előfordult, és amelyet esetleg egy-egy olvasó a beosztása szerint használt, parancsnokolt vagy a

felkészítését (javítását) végezte. A kimutatásokban szerepelnek hazai és külföldi gyártású kerekes és lánctalpas harcjárművek, harckocsik, bázisjárművek révén fegyvernemi eszközök, légvédelmirakéta-rendszerek elemei, önjáró tűzérszerek, műszaki szaktechnika és az ezekhez rendszeresített mentő-vontató szaktechnikai eszközök. A fejezetet egy grafikon zárja, amelyen nyomon követhető kilenc harckocsi típus mennyiségi változása 1957 és 1986 között, és a részgrafikonok összesítő görbéje.

A harmadik egységet ugyancsak Pánczél Mátyás készítette, címe *A T-72 harckocsi hazai rendszeresítésének és kooperációs gyártásának története*. E rész a beszerzések előkészítésének politikai és gazdasági aspektusait, ipari és kereskedelmi területeit, illetve a típusátképzést járja körül, amelyre a parancsnoki csoport esetében a Moszkva melletti Szenyezs-tó mellett, a Vüsztrel bázison, míg a technikai csoport esetében a moszkvai Malinovszkij Páncélos Akadémián került sor. Érinti a Varsói Szerződés tagállamai közötti hadiipari együttműködést, benne az MN Gödöllői Gépgyár szerepével.

A könyvet záró rész címe *A T-72 harckocsi a Magyar Haderőben*. Szerzője Rejtő István, aki

180 oldalon dolgozta fel mind a 138 db harckocsinak a néphadseregben, később a honvédségben megtett életútját. Csak ő a megmondhatója, hány órát fordított rá, hány törzskönyvet, hány besorolási és átadás-átvételi parancsot, hány mozgásbizonylatot vett kézbe és dolgozott fel. Állhatatos és aprólékos munkájáért a szerzőt mindenképpen elismerés illeti.

A könyv gazdagon illusztrált: mintegy 300 fotó található benne (egyharmada fekete-fehér, a többi színes). A képanyag kiváló minőségű, még a régebbi fotók is. A típus történet képi bemutatása alapján is érezhető az az alaposság, amit a szerzők ebbe a könyvbe befektettek. És az is biztos, hogy az olvasók egy részét elárasztják majd az emlékek. Nekik jóleső lesz felidézni ezeket, ahogy még fiatal tiszt, tiszthelyettes (altiszt), netán sorállományú korukból egyéni élmények, sztorik, büszkén megélt sikerek és elszenvedett kudarok sejlenek fel.

Összegezve a kiadvány jó szívvel ajánlható minden érdeklődő számára, értéke ezalatt a harckocsi fegyvernemért rajongók táborát, a T-72-esen bármilyen minőségben szolgálókat, de azokat is, akik a szakági tiszt- vagy tiszthelyettes-képzésben a típus oktatásáért, a csapatoknál pedig a technikai hadrafoghatóság biztosításáért viseltek felelősséget.

RUSZ JÓZSEF

PhD, ny. ezredes, 2001–2007 között MH páncélos- és gépjárműtechnikai szolgálatfőnök. ORCID: 0009-0006-2796-1540



Kiadó: Zrínyi Kiadó
Kiadás éve: 2026
Oldalszám: 384
Borító: kemény fedeles



STUDIES

- From stone fougasse to intelligent landmines, Part 7
Intelligent mines 1.

- An equipment-based assessment of fortification and crossing operations in the Russo-Ukrainian war, Part 1

INTERNATIONAL MILTECH REVIEW

- The history of thermobaric weapons, Part 4
- Cooperation between CBRN defence and EOD forces in operations involving depleted uranium munitions
- A2/AD warfare in the Russo-Ukrainian war
Maritime domain, Part 1.

SPACE ACTIVITIES

- Venus exploration by space probe with the participation of Hungarian scientists
- Capabilities and potential of civilian satellite remote sensing
Defence and law-enforcement implications illustrated by the Russo-Ukrainian war

DOMESTIC SURVEY

- A race for survival
A brief history of gas masks and protective clothing, Part 1.

MILTECH HISTORY

- The sinking of the destroyer HMS Phoenix

MODEL

- Armour from the sky
The M551 Sheridan and the American concept of the airborne combat vehicle

BOOK REVIEW

- Reviewed by József Rusz
István Ocskay – Mátyás Pánczél – István Rejtő:
The T-72 main battle tank in the Hungarian Defence Forces, 1978–2025. Volume I:
The beginnings



STUDIEN

- Von der steinstreuen Minen bis die intelligenten Landminen, Teil VII
Die intelligenten Minen (Smart Minen) I.

- Bewertung der Befestigungs- und Übergangsaufgaben des russisch-ukrainischen Krieges aus instrumenteller Sicht, Teil I.

INTERNATIONALE WEHRTECHNISCHE RUNDSCHAU

- Die Geschichte der thermobaren Waffen, Teil IV.
- Zusammenarbeit der ABV-Schutz- und EOD-Kräfte beim Einsatz von Munition mit abgereichertem Uran
- A2/AD-Kriegsführung im Russisch-Ukrainischen Krieg
Marineoperationsraum I.

RAUMFAHRTTECHNIK

- Erforschung der Venus mit einer Raumsonde unter Beteiligung ungarischer Forscher
- Möglichkeiten der zivilen Satellitenfernerkundung
Aspekte der Verteidigung und Strafverfolgung am Beispiel des russisch-ukrainischen Krieges

HEIMATSCHAU

- Wettlauf ums Leben
Kurze Geschichte von Gasmasken und Schutzanzügen, Teil I.

GESCHICHTE FÜR WEHRTECHNIK

- Die Versenkung des Zerstörers HMS Phoenix

MAKETTE

- Panzer aus der Luft
Der M551 Sheridan und das amerikanische Konzept eines Luftkampffahrzeugs

BUCHEMPFEHLUNG

- Rezension von József Rusz
Ocskay István – Pánczél Mátyás – Rejtő István: Der Panzer T-72 in der ungarischen Armee 1978–2025 Teil I. Die Anfänge



SZERZŐINK FIGYELMÉBE

A szerkesztőség két független lektorral ellenőrizteti a beküldött kéziratokat és plágiumellenőrzésnek veti alá azokat. A cikkeknek tartalmaznia kell: egy max. 6-10 soros összefoglalást és 5 kulcsszót magyar és angol nyelven is, illetve a cím angol nyelvű fordítását. Lapunk szerzőinek nevénél lábjegyzetben fel kell tüntetni a szerző ORCID-azonosítóját (www.orcid.org oldalon kérhető), továbbá a szerző munkahelyét, intézményi kötődését angol és magyar nyelven (illetve tudományos fokozatát – ha ilyenrel rendelkezik). A kéziratot csak a felhasznált irodalmak megjelölésével fogadjuk el. Ha a hivatkozott irodalmi forrás rendelkezik DOI-azonosítóval, azt kérjük feltüntetni. A hivatkozásokra vonatkozó szabály, hogy egyetlen olyan forrás se szerepeljen a felhasznált irodalom jegyzékében, amelyre a szerző a törzsszövegben nem hivatkozik. A szerzői jogra (copyright) vonatkozó jogok és kötelezettségek, továbbá a tiszteltetlenség kiadói szerződésben kerülnek szabályozásra.

A cikkeket a haditechnika@hmrinyi.hu e-mail-címre várjuk. A Haditechnika folyóirat cikkei a szerkesztőség feltölti a Magyar Tudományos Művek Tárába, emellett az elmúlt több mint 50 év lapszámai elérhetők az MTA REAL-J repozitóriumban: <http://real-j.mtak.hu/view/journal/Haditechnika.html>

ELŐFIZETÉS

Éves előfizetési díj: 5940 Ft

Előfizetésben terjeszti

a Magyar Posta Rt. Hírlap Üzletága,

1089 Budapest, Orczy tér 1.

Előfizethető valamennyi postán, kézbesítőknel,

e-mailen: hirlapelofizetes@posta.hu,

faxon: 303-3440;

a HM Zrínyi Nonprofit Kft.

Ügyfélszolgálat – Könyv- és térképolt

1024 Budapest, Fillér u. 14.

Telefon: +36 30-388-4034

E-mail: bartha.cynthia@hmrinyi.hu

ugyfelszolgalat@hmrinyi.hu

A HADITECHNIKA MEGVÁSÁROLHATÓ

Lira Könyvárúhá, Récesei Center

1146 Bp., Istvánmezei út 6,

telefon: 411-1543

Stúdió könyvesbolt

1138 Bp., Népfürdő u. 15/D,

telefon/fax: 359-1964, 359-6461

HM Zrínyi Nkft. Ügyfélszolgálat

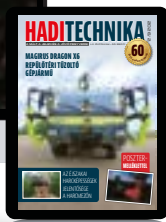
1024 Bp., Fillér u. 14.

Nyitvatartás: H-P 9.00–16.30

ugyfelszolgalat@hmrinyi.hu



KEDVENC LAPJAIT – KÖZTÜK A HADITECHNIKÁT –
A LAPTAPÍR SZOLGÁLTATÁSÁVAL OLVASSA ONLINE
ASZTALI VAGY TÁBLAGÉPEN, ILLETVE OKOSTELEFONON.
BÁRHOL, BÁRMIKOR ELÉRI: LAPTAPIR.HU



A címlapképünkön: Az MH Klapka György 1. Páncélosdandárhoz 2025 júniusában érkezett Leguan 2HU hidvetők egyik példánya a szomodói gyakorlóterén. (Fotó: Kertész László / MH Klapka György 1. Páncélosdandár)

Poszter: Az MH Klapka György 1. Páncélosdandár arsenáljában megtalálható WiSENT 2 egy többrendeltetésű konstrukció. Bevethető harctéri mentő-vontató járműként, műszaki munkagépként, valamint hidrakó vagy átjárónyitó/aknamentesítő feladatokra. (Fotó: Kertész László / MH Klapka György 1. Páncélosdandár)

PSZICHOLÓGIAI MEGTÉVESZTÉS – SOCIAL ENGINEERING

A kiberbűnözők tisztában vannak azzal, hogy minden védelmi rendszer leggyengébb pontja az ember. A social engineering támadási módszer is erre az alapelve épít. Általában az emberi természet két aspektusát igyekszik kihasználni. Az első: a legtöbb ember segítőkész és igyekszik segíteni azoknak, akik segítséget kérnek. A másik, hogy az emberek általában konfliktuskerülők. De kihasználható az emberek befolyásolhatósága, vagy éppen a bosszúállása is.

Pszichológiai megtévesztés amindennapokban

A módszerrel a felhasználókat oly módon manipulálhatják, hogy az áldozatok ne tartsák be a biztonsági vagy egyéb üzleti folyamatok protokolljait, előírásait és így teret engedjenek a káros tevékenységeknek vagy érzékeny információk kiszivárogtatásának.

1 A célszemély megtévesztése többféle módon történhet, leggyakrabban a telefonos módszer. Ez jár a legkevesebb kockázattal és telefonon keresztül a legkisebb a lebukás esélye.

A csalók pánikot akarnak kelteni áldozataikban, és ehhez általában vészhelyzetet színlelnek. Ez lehet autóbaleset, váratlan kórházi kezelés vagy bármilyen más olyan forgatókönyv, például a pénzügyi veszély, amely hirtelen aggodalmat kelt és az áldozatokat azonnali cselekvésre készíti.

Ilyen támadások a Magyarországon is gyakori „unokázós” csalások, vagy a banki csalások nagy része.

2 **Romantikus csalás:** gyakori példa a romantikus csalásokra a társskereső alkalmazásokon vagy fórumokon keresztül történő csalás. A séma átlátszónak tűnik, ugyanakkor mindig személyre szabott, és kihasználja az áldozatot.

Mindig legyen óvatos, ha idegennel kerül kapcsolatba, legyen az katonatiszt, hajóskapitány, zenész és thai óvónő, még abban az esetben is, ha elnyerik a szimpátiáját! Pénzt vagy egyéb értéket semmilyen körülmények között ne adjon vagy utaljon át!

3 A megtévesztés történhet továbbá célzott e-mail útján, vagy közösségi médián keresztül is.

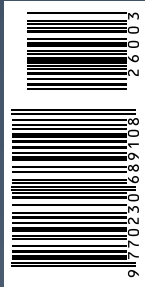
Ilyen lehet a hamis munkalehetőség felkínálása is. Ilyenkor, ha az alkalmazott céges munkaeszközéről nyitja meg a káros fájlt, lehetővé teszi a hackerek számára, hogy feltörjék a vállalati hálózatot.

4 **Hamis vezetői utasítás:** a gyakran dolgozó a munkavégzés közben is válhat kibertámadás áldozatává. Ilyen esetben azonban az elkövetők elsősorban nem a dolgozót akarják megkárosítani: ő csak a „kapu” a fontos adatokhoz, anélkül, hogy erről tudna.

Arra építenek, hogy a dolgozók igyekeznek gyorsan teljesíteni azokat a feladatokat, amelyek közvetlenül a felsővezetéstől érkeznek. A csalók általában részletes információkkal rendelkeznek a szervezetről, és az e-mail rendkívül meggyőzőnek látszik. Ez a fajta megkeresés kénytelen e-mail (vagy telefonhívás) formájában érkezik, látszatra a felsővezetőtől. Rendszerint a téma bizalmas kezelését kéri, de sürgeti az ügyintézkést, ugyanakkor szokatlan, a belső előírásoknak ellentmondó kéréseket tartalmazhat.

A megfelelően előkészített támadások során kihasználhatják a vezető távollétét, így a „privát” címéről küldött üzenetben hivatalos igény jelenik meg, telefonon pedig nem elérhető, vagy fordítva.





MEGJELENT

a Haditechnika különszáma!

136 oldalon az orosz-ukrán háború haditechnikai hátteréről és harc-eszközeiről – a drónoktól a hajókig.

Megrendelhető a
shop.hmzrinyi.hu
weboldalon,
illetve megvásárolható
a Zrínyi Kiadó boltjában
(1024 Budapest, Fillér u. 14.)



ZRÍNYI KIADÓ