

Új technológiák a védelem szolgálatában

Interjú Palkovics László innovációs és technológiai miniszterrel

A Haditechnika folyóirat cikksorozatban mutatja be a védelmi iparág fejlesztését. Az első részben Palkovics László innovációs és technológiai minisztert kérdeztük a tárca katonai vonatkozású fejlesztéseiről, a készülő Védelmi Ipari Stratégiáról és a haditechnikai fejlesztéseket érintő változásokról. Az interjút Bárány Zoltán ezredes, a MH Transzformációs Parancsnokság parancsnokhelyettese készítette.

Miniszter úr, mikorra várható a Védelmi Ipari Stratégia megjelenése, hiszen ez a dokumentum határozza meg az összes többi folyamatot?

Néhány napja fejeztük be annak a részleteiben kidolgozott változatnak az elkészítését, amelyet még a partnerekkel egyeztetünk. A stratégiában az Innovációs és Technológiai Minisztérium képviseli a védelmi ipar szempontjait. Maróth Gáspár kormánybiztos a különböző kapcsolatokért és beszerzésekért, Benkó Tibor honvédelmi miniszter pedig a védelmi ügyekért felel. Ha minden jól megy, március végéig összeáll az összes érintett által jóváhagyott végleges változat.

Kérem, mutassa be a Haditechnika olvasói számára a védelmi ipari célú fejlesztéseket!

A legfontosabb kérdés, hogy Magyarország kormánya miért döntött úgy, hogy megkezdje a hazai védelmi ipar fejlesztését. Ennek hátterében az áll, hogy az ágazatban jelenleg alapvetően külföldről megvásárolt rendszerekről beszélhetünk, ami teljes kiszolgáltatottságot jelent. Ezen a helyzeten haladéktalanul változtatni kell. Számunkra is egyértelmű, hogy Magyarország nem képes az összes haditechnikai eszköz gyártására, hiszen számos fejlett technológiát kizárólag nagyobb országok képesek előállítani. Létezik azonban hazánkban is olyan technológiai képesség, olyan színvonal, amely megalapozza, lehetővé teszi a védelmi ipar fejlesztését. Ez tehát az egyik indok. A másik az, hogy megvizsgáltuk, a magyar gazdaság hagyományosan erős ágazatai – pl. a járműipar vagy az élelmiszeripar – mellett melyek azok az iparágak, amelyekre építve hasonló teljesítményt tudunk elérni. Az egyik ilyen terület a hadiipar, amely terveink szerint méreteiben ugyan nem éri utol a járműgyártást, fontosságát és színvonalát tekintve azonban magasabb szintre kerül majd. Ez az a két indok, ami miatt belefogtunk a Védelmi Ipari Stratégia kidolgozásába.

Néhány körülmény szerencsésen alakult a nemzetközi környezetünkben: különböző okokból egyre több jele látszik annak, hogy német gyártók Németországon kívül kereshetik a gyártási kapacitásuk bővítésének lehetőségeit. Mi gyorsan tudtunk csatlakozni ehhez a folyamathoz, ennek látványos példája a Rheinmetall-lal létrehozott vegyesvállalat,



amely megalapítása után hat hónappal már gyárat épít Zalaegerszegen.

A védelmi ipar fejlesztése tehát a védelmi képesség erősítését, a külső kitétség csökkentését szolgálja, ugyanakkor napjainkban ez egy rendkívül érdekes ágazat. Korábban egy technológiát kifejlesztettek a hadiiparban, amely idővel átkerült a repülőgépiparba, és jó pár évvel később a polgári felhasználásba. Ez a fő irány mostanra legalább részben megfordulni látszik, mert a civil terület már visszafelé is közvetít technológiákat a hadiiparba. Ha megnézünk egy önvezető járművet, az abban lévő szenzorok gyakorlatilag ugyanazok, mint amiket a harckocsikon használnak, ugyanazzal a redundanciaszinttel rendelkeznek, és ugyanolyan a kiserelésük is. A katonai és civil hasznosítás kettségessége jellemzi a kutatásokat is. A Védelmi Innovációs Kutató Intézet, amelynek a megalapítására szintén felhatalmazást kaptunk, ennek megfelelően már egy hibrid kutatóintézet lesz, amely a tipikus védelmi ipari kutatások mellett általános célúakkal is foglalkozik majd.

Az említett új gyárakkal, vegyesvállalatokkal, valamint az ipari fejlesztéssel együtt milyen új technológiák érkeznek Magyarországra?

A hazai járműiparban bizonyos komponensek – mint például a fék- vagy a kormányrendszer – gyártásában van tapasztalat, de például az itthon elsősorban javítás esetén használt páncélhegesztésben újfajta módszertant, technológiákat kell elsajátítani, meghonosítani. A lőszergyártás területén is megjelennek olyan kívánalmak, validációs és tesztelési technológiák, amelyekre eddig nem volt szükség Magyarországon. A lánctalpas páncélozott szállító harcjárműveket gyártás után nemcsak eszközökkel, hanem tere-

pen is tesztelik. Kipróbálásukhoz egy olyan tesztpálya kell, ahol különböző időjárás helyzetek és környezeti viszonyok reprodukálhatók. A most épülő zalaegerszegi Lynx gyárban Európa egyik legnagyobb EMC (elektromágneses kompatibilitás) kamráját hozzuk létre. Ebben a szakemberek többek között azt tesztelik, hogy a jármű milyen elektromágneses emissióval rendelkezik. A kamrában elfér nemcsak a Leopard harckocsi, hanem akár egy félpótkocsis vontató vagy egy csuklós busz is. A technológia teljesen egyedülálló Közép-Európában. Új feladat a biztonságos kibevédelem megteremtése, hogy semmiképpen ne lehessen kívülről beavatkozni a jármű mozgásába. A műszaki egyetemen már foglalkoznak ezzel is.

A kutatás-fejlesztés a járműgyártás, a mesterséges intelligencia alapú megoldások, az autonóm járműirányítás, az adat alapú irányítás és a lézerral kapcsolatos kutatások területére terjed ki. E felsorolásból is kitűnik, hogy jelentős az átfedés a járműiparral. Ha a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépjárműtechnológia Tanszékét felkerjük arra, hogy végezzen egy kutatási feladatot egy újgenerációs, például egy 8x8 kerékképletű jármű autonóm irányítási rendszerével kapcsolatban, annak technológiája nagy valószínűséggel hasonló lesz ahhoz a rendszerhez, mint ami egy civil személyautóban működik. A katonai specifikációk esetén a kettős (civil és katonai) fejlesztések jóval gazdaságosabbak, és rövidebb idő alatt eredményt hoznak a hagyományos megoldásoknál.

A kettős célú technológiák fejlesztésekor a civil képességeken túl is felmerülhetnek különleges katonai igények és specifikációk. Hogyan látja, ezeket hogyan tudjuk megteremteni?

Egyértelmű, hogy egy adott katonai eszköz – egy konkrét harcjármű vagy fegyver – specifikációját annak kell kidolgoznia, aki igazán ért hozzá, aki használni fogja. A katonáknak és a hadseregnek nemcsak a haditechnikai eszközökre vonatkozó követelmények felállításában, hanem a döntéshozatali folyamat és a technológiai fejlesztés minden szintjén helye és szerepe van. A szakembereknek tisztában kell lenniük a döntés indokaival, ha egy eszközt a Magyar Honvédség nem akar megvenni. A civil iparból érkezők a választás háttérét, szakmai mozgatórugóit nem tudják megítélni.

A megújuló hazai rendszerben létrehozunk egy védelmi ipari zártkörű részvénytársaságot, amelynek az idetartozó cégek irányítása lesz a feladata. A vállalat igazgatóságában és vezetésében jelentős részben katonák vesznek majd részt, a cég irányítását egy volt tüzérezredes végzi. A Védelmi Innovációs Kutató Intézet (VIKI) leendő vezetője egy katonatiszt lesz ezredesi rendfokozatban, hogy természetesen a kutatási ügyekkel is egy főtiszt foglalkozik majd.

Melyek azok a forradalmi technológiák, amelyek a következő két évtizedben meghatározhatják az ipar – különösen a védelmi ipar –, vagy a védelmi képességek fejlődését?

Az anyagtechnológiától kezdve a különböző irányítási rendszereken át a lézertechnológiáig számos innovációról beszélhetünk. A védelmi iparban a lézer célmegjelölésre vagy akár fegyverként is felhasználható. Magyarország kifejezetten jól áll ezen a területen, hiszen az Európai Unió támogatásával Szegeden épült meg az egyik nagy energiájú, attoszekundumos lézerkutató intézet. *(A 240 milliárd euró tervezett költségvetésű ELI-ALPS beruházás elsődleges célja, hogy egy olyan, optikai lézereken alapuló egyedülálló kutatóintézetet hozzon létre, amely alap- és ipari*



kutatások számára a lehető legnagyobb ismétlési frekvenciával biztosít a lehető legrövidebb, akár attoszekundumos (10⁻¹⁸ s) időtartamú fényimpulzusokat a terahertzesről a röntgensugárzásig terjedő széles spektrális tartományban – a szerk.) A Szegedi Tudományegyetemen létrehozott kutatóintézetben egy sor kapcsolódó kísérlet végezhető el.

Európa Amerikához és Kínához képest jobban áll a lézerkutatások területén, ezt az előnyt érdemes minél több módon kiaknázunk. Idetartoznak az autonóm irányítási rendszerek is. Az önvezető gépjármű esetében a

járművezető képességeit, feladatait a mesterséges intelligencia veszi át, legyen az egy egyszerű képfelismerés, egészen odáig, hogy a jármű környezetét detektálni tudjuk, és irányokat határozhatunk meg.

A Digitális Katona Program célja, hogy a katonákat megfelelő interfészen keresztül együttesen tudjuk irányítani, és ők is képessé váljanak arra, hogy az egyéb elemeket irányítsák. Technikai szempontból rendkívül érdekes kérdés, hogy a katonát hogyan kötik össze a másik katonával és a műveleti központtal. Mindezt úgy kell megszervezni, hogy a feladat végrehajtásában ne akadályozzák, hanem támogassák a különféle informatikai eszközök.

Harctéri körülmények között, ahol fontos a rejtés és álcázás, kevésbé célszerű egy hangos dízelmotort járattatni. Előnyösebb a sokkal csendesebb, részben vagy teljesen elektromos hajtás. Ennek jelentősége abban is forradalmi, hogy bizonyos bevetéseket végre lehet úgy hajtani, hogy a jármű fedélzetén akkumulátorban vagy más módon tárolt elektromos energia hajtja a járművet. A hidrogéntechnológia fejlesztése is globális szintű projekt. Európában és az Egyesült Államokban napjainkban fedezik fel, hogy a hidrogén nagyon jól kezelhető anyag. Alkalmas arra, hogy tüzelőanyagként elégecsék, arra is, hogy köztes energiatárolóként szolgáljon, ha a megtermelt energiát nem tudják felhasználni, és arra is, hogy üzemanyagcellában elektromos energiává alakítsák. Mivel a legújabb technológiák az ipar más területein is teret nyernek, védelmi ipari alkalmazások biztosan felgyorsul.

Magyarország védelmi iparát hat klaszter köré szervezve tervezik újraépíteni. A klaszterek a ágazatban érdekelt iparvállalatokat is tömörítik, irányításuk pedig az Innovációs és Technológiai Minisztériumhoz tartozik majd. Miniszter úr, a gépjárműfejlesztési klaszterben szerepel majd az autonóm járműfejlesztési képesség is?

Igen, ez egy létező irány. A már említett Lynx harcjárműnél és a gyártani tervezett egyéb eszközöknél minden



esetben feltétel, hogy a jármű autonóm módon is tudjon működni. A beavatkozó elemek, a kormányzás és a hajtás-lánc-irányítás is elektronikusak ezekben a járművekben. Az egyes részek között nincs mechanikus kapcsolat, minden vezetéken keresztül történik. Bevetések esetén, amikor nem akarjuk a bent ülők életét kockáztatni, különösen nagy értéket képvisel az autonóm módon irányítható Lynx harc-jármű. Taktikai szempontból is kiemelten fontos, hogy egy olyan technológiával ellátott járművet küldünk a műveleti területre, amely képes magától feladatokat végrehajtani, tehát eljut bármilyen harcterületre, és autonóm módon kezeli a fegyverzetét.

Tudatos döntés eredménye, hogy a Lynx-gyárat a zalaegerszegi ZalaZone mellé telepítjük, hiszen ez a pálya arra épült, hogy az autonóm járműveknek a tesztelésére is alkalmas legyen. Most megépítjük hozzá azokat az „off road” elemeket, amelyek a katonai járművek számára fontosak, és rendelkezünk azokkal a képességekkel, amelyekkel például egy adatkörnyezetet lehet szimulálni. Van egy teszt városrészünk is, ahol az ellenséges környezet szimulálható.

A modern harcmezőn a legerősebb fegyver az információ. Milyen technológiai megoldások várhatók az információ hatékonyabb hasznosítására?

Az információ, ami egy katonai járműben irányítási célt szolgál, több helyről származhat. Lehet többek között múltbeli is; például az amerikaiak a Midway-i ütközetet használják erre a célra. A korábban felvett adatok bevitelével és mesterséges intelligencia használatával egy neurális hálón ábrázolhatók a bemeneti és kimeneti viszonyok közötti különbségek. Ha ennek mentén mutatunk egy új bemenetet, generálni fog egy új kimenetet arról, hogy most hogyan történének az események. Egy adott bevetésen adatot gyűjthet akár egy autó, vagy éppen a digitális katona is. A gyors feldolgozás szintén mesterséges intelligenciával történik, hiszen legtöbb esetben nincs idő hosszasan elemzésre. A képfelismeréstől kezdve a katonákon lévő szenzorok különböző jelzéséig számos eszköz ilyen alapon működik.

Milyen fejlesztések várhatóak a szenzorok klaszterében?

A szenzor klaszterben radarrendszerek készülnek, első sorban összeszerelési feladatok zajlanak majd. A kutatási feladatok beindítását későbbre tervezzük.

A katonai felsőoktatásban felhalmozódott tudás és kapacitás bevonását tervezik-e a hazai védelmi ipar fejlesztésébe?

Feltétlenül. A civil egyetemeknek annak idején kifejezetten jó kapcsolatai voltak a Zrínyi Miklós Katonai Akadémiával. Ezek később leépültek, ezt a kapcsolatrendszert kell újraépítenünk, ennek sikeréhez adott a tudás, rendelkezésre állnak a struktúrák. Hadmérnökképzés ma is zajlik Magyarországon, de ez nem műszaki típusú képzés. Úgy döntöttünk, hogy megvizsgáljuk, melyek azok az egyetemek, ahol az alap szakterületekre, a gépész-, villamos-, vegyészmérnök vagy mechatronika szakokra rákapcsolhatók a katonai specializáció számára szükséges modulok. Az ilyen képzésben részesülő hallgatók mérnökök lesznek ugyan, de rendelkeznek majd katonai műszaki ismeretekkel is, amire megfelelő mesterképzés és doktori iskola építhető. A Nemzeti Közszolgálati Egyetemen kívül be kell vonni a civil egyetemeket is, a Budapesti Műszaki és Gazdálkodástudományi Egyetem, az Óbudai Egyetem vagy a Debreceni Egyetem egyaránt alkalmas erre.

Visszatérve a védelmi iparhoz, hogyan valósul meg a klaszterek szinergiája? A stratégia kiterjed a klaszterek együttműködésére is?

A klaszterek részben a gyártó cégek köré csoportosulnak. A járműipari klaszter például Nyugat-Magyarországon van,



ott van a Rába, és Győr mellett része Kaposvár és Zalaegerszeg is, ezeken a településeken létesítjük a védelmi ipari cégeket. A cégek irányítása egy klaszteren belül egységes lesz annak érdekében, hogy együtt tudjanak működni, és ugyanazt a tudást és beszállítói bázist használják. Egy klaszteren belül tehát lesz egy felelős vezető, és azoknak az önálló cégeknek menedzsmenete, amelyek a feladatokat végrehajtják. A klasztereknek például a szakképzés területén is együtt kell működniük az adott terület igényeinek kielégítésében. A repülőgépipari klaszter Gyula, Békéscsaba, Szolnok környékére koncentrálódik, így 2,5 milliárd forint támogatást adtunk a Békéscsabai Szakképzési Centrumnak, hogy létrehozza az ezzel kapcsolatos szakképzési formákat. Ugyanezt elmondhatjuk a Kecskeméti, Kiskunfélegyháza, Csongrád fegyverzeti klaszterre. Ebben a régióban működik a Diana Fegyvertechnikai Technikum és Kollégium, ahol nemcsak szakképzés zajlik, hanem fegyvertervezés oktatása is. Ezeket a képzéseket valamilyen módon integrálni kell a rendszerbe. Szorosabbra kell fűzni az együttműködések az egyetemekkel, a felsőoktatással is.

Tervezik-e külső innováció bevonását, például a startup cégek hogyan tudnak bekapcsolódni az egyes fejlesztésekbe?

A Védelmi Innovációs Kutató Intézet feladatkörének második eleme a projektmenedzsment. A VIKI ebben kicsit a DARPA-ra hasonlít (A DARPA – Defense Advanced Research Projects Agency, az USA Védelmi Minisztériumának keretein belül felelős ügynökség, amely az Egyesült Államok hadseregének képességeit és műszaki fölényét fenntartó és előmozdító technológiák fejlesztésének ösztönzéséért felelős – a szerk.). A DARPA kiválaszt intézményeket, dotálja őket, utána azonban az eredményeket keményen és következetesen számonkéri rajtuk. Ilyen feladata lehet a VIKI-nek, hogy az egyetemekről és egyes vállalatoktól felemeljen startup cégeket, és fejlesztési feladatokkal, projektekkal bízta meg a vállalkozásokat. Fontos, hogy a Védelmi Innovációs Kutató Intézet egy civil kutatóintézet. A Magyar Honvédségnek megvan a saját kutatási háttere, de a két bázis között lesz együttműködés. Mindkettő duális, azaz hibrid kutatóintézetet jelent, ahol megjelenik a civil oldal is. A honvédelmi miniszterrel egyeztetve mindketten nagyon fontosnak tartjuk, hogy katonák is megjelenjen ebben a projektben, hiszen az igénytámasztás és a tudás az ő oldalukon van.



1. ábra. A kiterjesztett valóság egyik (ipari) alkalmazási módja³

Dr. Németh András* – Virágh Krisztián**

Virtuális valóság és haderő – fejlődéstörténet

I. rész

VR, A HONVÉDSÉG ÚJ FEJLESZTÉSI IRÁNYA

A világ modern haderőiben egy kisebb létszámú, ugyanakkor hatékonyabb professzionális katonai szervezet kialakítása a cél. Ehhez olyan képzési és kiképzési rendszer létrehozása szükséges, amely biztosítja a személyi állomány megfelelő szinten történő felkészítését, majd a harcckészség folyamatos fenntartását annak érdekében, hogy képesek legyünk szembenézni korunk biztonsági és

katonai kihívásaival. Erre alapozva tervezik meg egy ország katonai vezetői a haderő arculatát, és döntenek a kitűzött célok elérése érdekében szükséges fejlesztési irányzatokról. Magyarországon jelenleg is a rendszerváltást követő legjelentősebb honvédelmi és haderőfejlesztési program végrehajtása zajlik, amelynek keretében a Magyar Honvédség haditechnikai eszközrendszerét csaknem minden területen modernizálják. Az új eszközök, rendszerek haderőbe történő integrálása ugyanakkor

ÖSSZEFOGLALÁS: Bár a virtuális valóság nem a 21. század találmánya, a technológia csak az elmúlt évtizedben érte el azt a fejlettségi szintet, amely megteremtette szélesebb körű elterjedésének technikai feltételeit. Az utca embere ma még csak többnyire filmekben, illetve VR vidámparkokban, vagy szórakoztató központokban találkozhat fejlettebb virtuális élményt kínáló megoldásokkal, ugyanakkor néhány százezer forintos befektetéssel már az otthonunkban is megtapasztalhatjuk a technológiában rejlő lehetőségeket. A katonai kiképzés területén már akár évtizedek óta a VR számos elemét használják, a komplex, magas valóságérzetet keltő megoldások integrációja mégis további, nagy dinamikával fejlődő lehetőséget kínál a hazai kiképzési rendszerének reformjára és folyamatos modernizálására. Jelen tanulmányunkban a VR kialakulása, és fejlődésének fontosabb állomásai kerülnek bemutatásra.

KULCSSZAVAK: virtuális valóság, kiterjesztett valóság, kevert valóság, sztereoszkópia, haderőfejlesztés

ABSTRACT: Maybe the virtual reality is not the invention of the 21st century, but the technology has just reached the development level in the past decades that made possible the widespread of the VR technical devices. Nowadays people can mainly use immersive VR devices while watching films or being in theme parks or entertaining facilities. However, with some investment everyone can experience the VR even at home. In the field of military training lots of elements of VR systems have been used for many decades, although the integration of the most immersive, cutting-edge VR devices still offers further dynamic development for the reform and modernization of the national military training system. In our current study we review the major historical landmarks of virtual reality evolution.

KEY WORDS: Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR), Mixed Reality (MR), stereoscopy, force development

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

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



– nem utolsó sorban a többgenerációs technológiai ugrás miatt – a kiképzés és felkészítés új alapokra helyezését, korszerű módszerek bevezetését igényli a hatékonyság növelése érdekében.

Különböző, fejlett haderővel rendelkező nemzetek kiképzési modelljét vizsgálva azt láthatjuk, hogy a virtuális valóság (VR – virtual reality) alapú megoldások dominanciája a számítástechnikai és informatikai háttér fejlődésének köszönhetően folyamatosan növekszik. Ennek éllovasa sok más területhez hasonlóan az Amerikai Egyesült Államok, amelynek hadseregében minden haderőnem esetében található sikeres példát, és ahol intézményszerű keretek között zajlanak a VR-kutatások és fejlesztések. Hazánk ezen a területen még jelentős fejlődési potenciállal rendelkezik, így indokolt lehet a jövőben erre lényegesen nagyobb hangsúlyt fektetni. A VR napjainkban önálló „high-tech” iparággá válik, ezért a befektetők egyre nagyobb anyagi erőforrásokat, míg a fejlesztők egyre nagyobb kutatási potenciált csoportosítanak át versenyképes piaci termékek előállítására. Ennek köszönhetően megfigyelhetjük a technológia rohamos fejlődését, amely az alkalmazási lehetőségek folyamatos bővülését is maga után vonja. Az eredményekből természetesen a hadiipar is profitálhat.

ALTERNATÍV VALÓSÁGOK

A számítógépek által megjelenített környezet jellemzőinek függvényében különböző alternatív valóságokról beszélhetünk, mint pl. a virtuális valóság (VR), a kiterjesztett valóság (AR – augmented reality), vagy a kevert valóság (MR – mixed reality), amelyek ismerete a területen való eligazodás érdekében fontos.

VIRTUÁLIS VALÓSÁG (VR)

A VR értelmezéséhez első megközelítésben a virtuális szóból célszerű kiindulni, amelynek alapja a latin *virtualis* kifejezés, ami „látszólagos”, „valódinak tűnő” jelentést hordoz [1]. Ebből következően a VR fogalmát úgy is lehetne értelmezni, mint egy „nem valódi valóság”-ot, ami már önmagában is némi ellentmondást okoz. Éppen ezért helyesebb lehet a „valódinak tűnő valóság” értelmezést használni, amely szerint a VR a minket körülvevő világ különböző technikai megoldásokkal történő leképezése. Mostanáig számos fogalmi meghatározás született már, ugyanakkor egységesen elfogadott definícióval még nem találkozhatunk. Ennek oka a kapcsolódó tudományterületek sajátosságaiban keresendő, azaz mindegyik a számára fontos szempontok szerint alkotja meg saját definícióját. Ez a jelenség azonban más, az elmúlt évtizedben rohamosan terjedő fogalom esetében is megfigyelhető, mint például az információ, vagy a mesterséges intelligencia.

A VR-t kezdetben a képek által keltett érzetként értelmezték, azaz „...virtuális valóságon a digitális technikával létrehozott, s a retinánkra vetített, adott alkalommal egy programon alapuló képet, illetve az általa felkeltett perceptuális élmény egészét értjük. Olyan képről van szó tehát, mely az illúzió felkeltésére szolgáló különböző technikák sorában eddig ismeretlen minőséget és tökéletességet jelent... A VR ennyiben a régi kínai tradíció, az önnön festményének terébe átlépő és a teremtett tájban eltűnő festő mítoszának beteljesítése nyugati technológiával.” Egy korszerűbb megközelítés szerint „A virtuális valóságnak nincs pontos definíciója, ezt bizonyítja az is, hogy mindenki

mást ért alatta. Vannak néhányan, akiknek a VR a technológiai fejlődés legújabb vívmányainak a felsorakoztatását jelenti, mint például a VR-sisak, VR-adatkesztyű és az Audio. Mások beleértik még a hagyományos könyveket, filmeket vagy egyszerűen a pusztá képzeletet is.”² A mai felfogáshoz közelítő értelmezés alapján a virtuális valóság egyrészt lehetővé teszi, hogy az emberek a számítástechnika segítségével vizualizálják és manipulálják a komplex adathalmazokat, másrészt hogy interakcióba lépjenek azokkal [2]. Ugyanakkor a mostanáig megszületett meghatározások közül a leginformatívabb, általunk is elfogadott megfogalmazás szerint a virtuális valóság egy számítógép által generált környezet, ahol a felhasználó, az érzékszervek bevonásának segítségével valós időben tud érintkezni a virtuális világgal [3].

A VR rendeltetése tehát egy olyan mesterséges világ létrehozása különböző technikai eszközök igénybevételeivel, amely az emberi érzékszervek (látás, hallás, szaglás, tapintás) manipulációjának segítségével a felhasználó számára valóságosnak tűnő környezetet hoz létre, amelyben különböző igényeit (például: szórakozás, tanulás, kiképzés) személyre szabottan tudja kielégíteni [4].

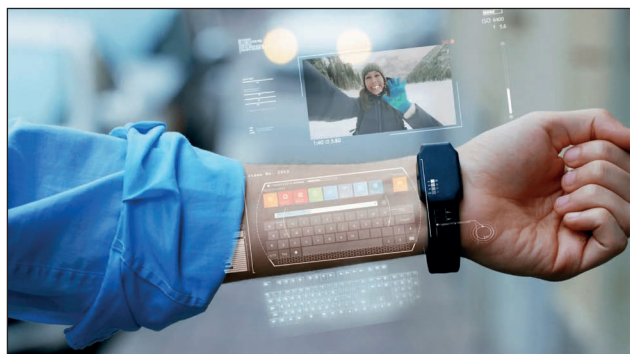
KITERJESZTETT VALÓSÁG (AR)

A különböző alternatív valóság fogalmak értelmezése a köztudatban összemosódott a virtuális valóság égisze alatt, ezért fontos tisztázni a VR, az AR és az MR közötti alapvető különbségeket. A kiterjesztett valóság elnevezés arra utal, hogy a teljes virtualizációval szemben ezúttal a valóságos környezetet egészítjük ki virtuális elemekkel, objektumokkal, amelyekkel interakcióba léphetünk tevékenységünk során. Ehhez ugyanakkor speciális megjelenítő eszközöket kell használni, amelyek a virtuális tárgyakkal történő manipuláción túl a valós tárgyak digitális kiegészítését is lehetővé teszik, így például elláthatjuk azokat kiegészítő jegyzetekkel, vagy megjeleníthetjük azok rejtett részeit [5]. Ma már számos ilyen, a valóság kiterjesztésére alkalmas szoftveres megoldással találkozhatunk akár saját mobiltelefonjainkon is, hiszen ebbe a kategóriába sorolhatók a különböző üzenetküldő, illetve fotó- és videómegosztó applikációk, vagy játékok a filteres kiegészítő funkcióknak köszönhetően, de a professzionális illetve oktató alkalmazásokra is számos példa létezik.

Ugyanakkor ezen megoldások elterjedése számos veszélyt rejt magában, hiszen alkalmazásukra véletlenül is sor kerülhet, komoly kellemetlenséget okozva ezzel a felhasználóknak. Egy kettős gyilkosságról szóló rendőrségi sajtótájékoztatón is hasonló eset történt Kanadában, amikor bekapcsolva maradt az esemény online közvetítésére használt mobil eszközön egy cicás filter a szóvivő nyilatkozata alatt [6]. Az AR első széleskörű bemutatkozása ugyanakkor a „Pokémon GO” applikációhoz köthető, amely 2016-ban az év egyik legsikeresebb játéka lett. Ennek újdonsága abban állt, hogy a mobil eszköz geoinformációs adatbázisának információit megjeleníteni hivatott térképére virtuális rétegeket helyeztek, amelynek köszönhetően a felhasználó a valós térben és az „alternatív világban” együtt mozogott, és ez utóbbiban megjelenő pokémonokkal, valamint avatarokkal (a valós játékos virtuális mása) interakcióba léphetett. [7] Katonai szempontból AR megoldásnak tekinthetők azok a sisakok, amelyekben keresztül a pilóta különböző adatokkal kiegészítve látja valós környezetét. Az egyik első katonai felhasználásra tervezett AR-rendszer a „Virtual Fixture” volt. [8]

KEVERT VALÓSÁG (MR)

A kevert, vagy hibrid valóság elnevezés arra utal, hogy VR és AR elemeit egyaránt megtalálhatjuk ezekben a technikai megoldásokban, azaz a valóságos és a virtuális objektumok egymás mellett léteznek, és mindkettővel interakcióba is lehet kerülni részben a valós, részben pedig a mesterséges környezetben [9]. Ez a meghatározás messze nem olyan letisztult, mint VR, vagy AR esetében, mivel ma még a kutatók sem tudják helyesen pozicionálni azt a valóság és virtualitás kontinuumában [10]. Ezzel a megoldással leggyakrabban a Windows 10 operációs rendszert futtató számítógépek alkalmazása esetén találkozhatunk, amely egy fejre helyezhető kijelző (HMD – Head Mounted Display) és egy kontrollor segítségével lehetőséget biztosít a „Windows Mixed Reality” használatára. A perifériák kalibrációját követően akár saját otthonunkat is tetszőlegesen alakíthatjuk az MR térben, vagy streamelhetünk, immerzív (közvetlen, egyes szám első személyű megtapasztalást biztosító) videókat és applikációkat tekinthetünk meg, illetve használhatunk [11]. Jelenleg ez a legnagyobb fejlődési potenciállal rendelkező alternatív valóság.



2. ábra. A kevert valóság egyik alkalmazási módja⁴

Összefoglalva tehát, VR esetén a környezet egy mesterségesen generált és grafikailag megjelenített tér virtuális objektumokkal, AR esetén a minket körülvevő környezet virtuális objektumokkal kiegészítve, MR esetén pedig mindkét dimenzióban képesek vagyunk tevékenykedni. Kiterjesztett valóság használata során a környezetünkben található valós tárgyakat fel lehet ruházni digitális interaktív tartalommal (szöveges, audió, videó), míg a kevert valóságban lehetőségünk van a virtuális és valós objektumokkal egyaránt interakcióba lépni [3]. Az alternatív valóságok jellemzőit az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat. A valóságok közötti különbségek összefoglalása⁵

	Virtuális valóság	Kiterjesztett valóság	Kevert valóság
A fő környezet virtuális, vagy valós környezet	Virtuális	Valós	Valós
A felhasználó valós időben interakcióba lép a virtuális, vagy valós világgal	Virtuális	Mindkettő lehetséges	Mindkettő lehetséges
A digitális tartalom illeszthető a valós környezetre	Nem	Igen	Nem
A valós tartalom illeszthető a virtuális környezetre	Talán	Nem	Talán
A valós és a virtuális világ összeolvad, így a digitális és a valós tartalommal is valós időben lehet interakcióba lépni	Nem	Nem	Igen



3. ábra. A valóság-virtualitás kontinuum⁶

A valósághoz és a virtualitáshoz fűződő viszony megjelenítésére az úgynevezett Milgram-féle diagram terjedt el, amely a virtualitás kontinuumot valós környezetre, kiterjesztett valóságra, kevert valóságra, kiterjesztett virtualitásra és virtuális valóságra osztja fel. A kiterjesztett virtualitás ebben a kontextusban azt jelenti, hogy valós objektumokat helyeznek el a virtuális térben. Ez, és a kiterjesztett valóság a diagram szerint egyaránt a kevert valóság része, amely a teljes kontinuum legnagyobb részét foglalja magába. [3]

A VR FEJLŐDÉSE

A KEZDETEK

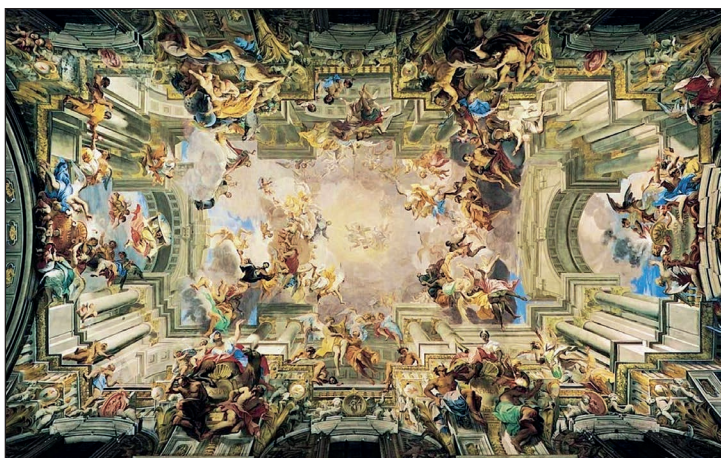
Az emberi érzékszervek tudatos becsapására épülő különböző módszerekkel elsősorban a művészetekben találkozhatunk tömegesen, hiszen például a festészetben, építészetben, vagy fotográfiában már régóta alkalmaznak ilyen technikákat. Ezek tekinthetők a VR ősének. A szemléleteség kedvéért, érdemes néhány konkrét példát is kiemelni közülük. Az ókori távol-keleti kultúrákban a szemlélők elkészített művekbe történő bevonása volt a cél, aminek érdekében pl. a kínai tájképfestők egy képen belül több nézőpontot hoztak létre. A szemlélőnek a teljes élményhez ezekből külön-külön kell végignéznie a kompozíciót, önállóan felfedezze a kép apróbb részleteit, mintha maga lenne az utazó. [12]

Mérföldkőnek számított az ábrázolás területén, amikor Leon Battista Alberti 1435–36-ban közzétette a középpon-



4. ábra. Kínai tájképfestészet⁷





5. ábra. A római Loyolai Szent Ignác templom mennyezeti freskója⁹

tos szimmetria matematikáját. A művészek természetesen már jóval korábban, tőle függetlenül, saját maguk felfedezték a perspektivikus ábrázolás művészetét, a középpontos mellett a ferde, és izometrikus axonometriát⁸. Egyes források szerint a középpontos perspektíva matematikai alapjait valójában már Brunelleschi is kidolgozta kísérleteihez, de eredményeit nem publikálta. [13] Az érzéki csalódás kihasználásának jó példája a látszatarchitektúra, amellyel elsősorban a barokk művészek éltek különböző építészeti elemek megfestése során. A megtévesztően valóságű ábrázolás talán leghíresebb alkotása a Loyolai Szent Ignác templom mennyezeti freskója.

Robert Barker 1787-ben a londoni kiállításon bemutatott körpanorámája 360°-ra tágította a látómezőt, így a szemlélő is részesévé vált a festménynek. Ezt az elvet követte Feszty Árpád is *A magyarok bejövetele* című alkotásának elkészítése során, amely ma Ópusztaszeren tekinthető meg. [1]

1838-ban Sir Charles Wheatstone kutatásai fókuszában a térlátás állt, aminek eredményeként megalkotta a sztereoszkópot, egy olyan eszközt, amely a néző két szeme számára két egymástól elkülönülő, azonos témáról egyidőben, de más szögből készített képet jelenít meg. Ez biztosítja a binokuláris parallaxishatás¹¹ kialakulását, azaz a mélység dimenziójának megjelenésével a térélmény kialakulását. A két kép Brewster-lencsékkel¹² történő megjelenítése tekinthető a HMD őséne, mivel a módszer a látóter egészének a kitöltésére irányult. [14]

A VR területén kiemelkedő személyként tarthatjuk számon John Peppert, aki 1862-ben fények és tükröződések

6. ábra. Részlet a Feszty-körképből¹⁰



7. ábra. A Pepper's Ghost jelenség kihasználása (videó)¹⁴

játékával olyan illúziót hozott létre, amely lehetővé tette a két világ egy időben történő megjelenítését, azaz egy alternatív valóság kialakítását. Ezt nevezték Pepper's Ghost (Pepper szelleme) jelenségnek [15], amely először a 16. században jelent meg. A trükkhöz két szoba (helyiség) szükséges: a fő (amit a nézők, résztvevők látnak) és a szomszédos (rejtett) szoba. A fő szobában egy 45°-os szögben elhelyezett tükör található, amely visszatükrözi a rejtett helyiségből származó képet úgy, hogy az élőnek tűnik.¹³

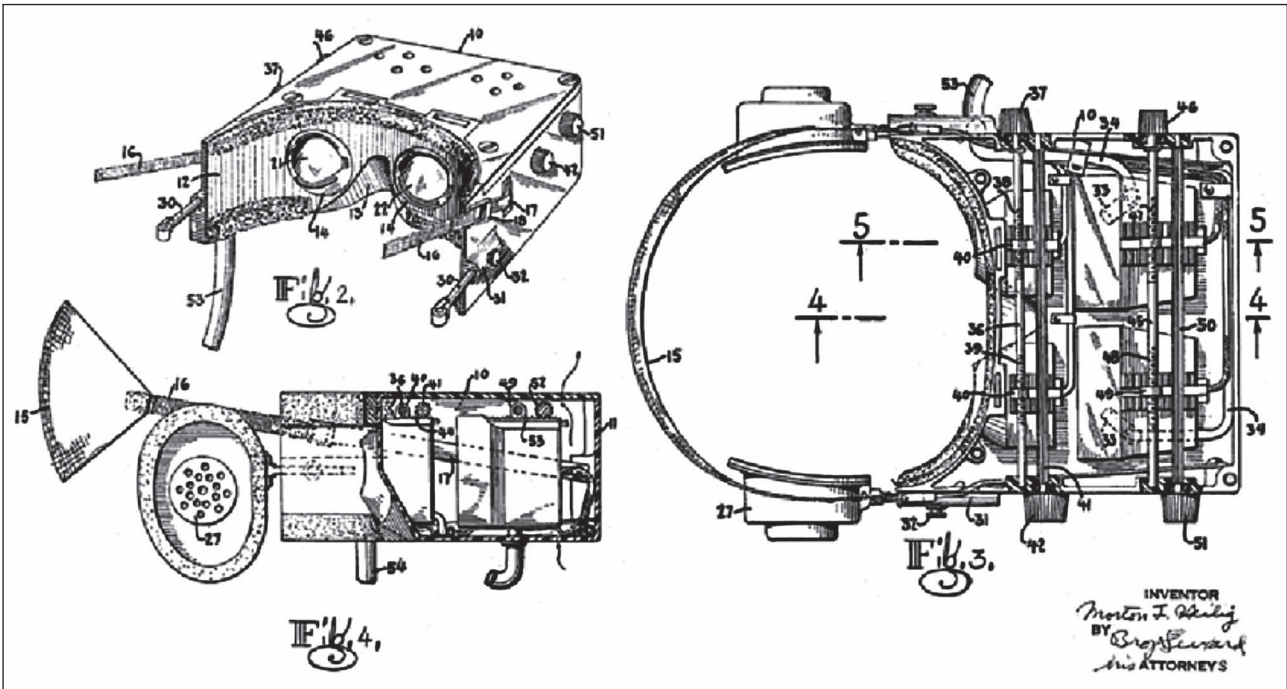
20. SZÁZAD

A VR-technológia 20. századi fejlődéséhez számos kutató munkássága hozzájárult, akik közül Morton Leonard Heilig, Eric Mayorga Howlett, Ivan Edward Sutherland és Jaron Lanier tevékenységét, eredményeik jelentősége miatt mindenképpen fontos kiemelni.

Morton Leonard Heilig

Morton Leonard Heilig (1926–1997) operatőr és mozigépezés az 1950-es évek végére két eszközt épített a Cinerama¹⁵ általi inspirációt követően, a sztereoszkópikus tévénező maszkot (Telesphere Mask), majd a Szenzorámát (Sensorama). Az elsőt – amely számos hasonlóságot mutat az 1990-es években megjelenő HMD készülékekkel – 1960-ban szabadalmaztatta [13], és állítása szerint ez mindössze egy védőburkolatból, egy pár optikai egységből, egyesített katódugárcsőből, fülhallgatóból, valamint légfúvócsőből épült fel. [15]

A Szenzorámát, ami tulajdonképpen első találmányának továbbfejlesztett változata volt, 1962-ben szabadalmaztatta, és amelynek használatához egy speciális 3D-kamerára, valamint egy kivetítőre is szüksége volt. Az eszközhöz készített öt filmet (motorozás, kerékpározás, helikoptertúra,



8. ábra. A sztereoszkópikus tévéző maszk¹⁶

tánc), amelyet sztereó hangzással, rezgésekkel, légáramlatok, illetve illatok együttes alkalmazásával egészített ki az érzékszervek stimulálása, és a realiztikus hatás fokozása érdekében. Konkurenciái a Philco Corporation mérnökei, Charles Comeau és James Bryan voltak, akik 1961-ben megalkották a Headsight-ot, egy olyan sisakot, amely egy zárt mágneses követő rendszeren keresztül egy kamerát

három tengely mentén volt képes elfordítani. [13] Heilig célja találmányaival ugyanakkor nem elsősorban a szórakoztatás volt, azok felhasználásának perspektíváit a katonai kiképzés, a tudományos kutatás, illetve az oktatás területén látta. A potenciális befektetőket és a vállalatokat ugyanakkor nem sikerült meggyőznie arról, hogy további kutatásai támogatásra érdemesek, így a Szenzorámát végül csak a videójátékok piacán sikerült hasznosítania egy „pénzbedobós” gép formájában, de mivel ez sem aratott nagy sikert, bevételeiből nem volt képes a további munkájához szükséges drágább berendezéseket megvásárolni. [15]

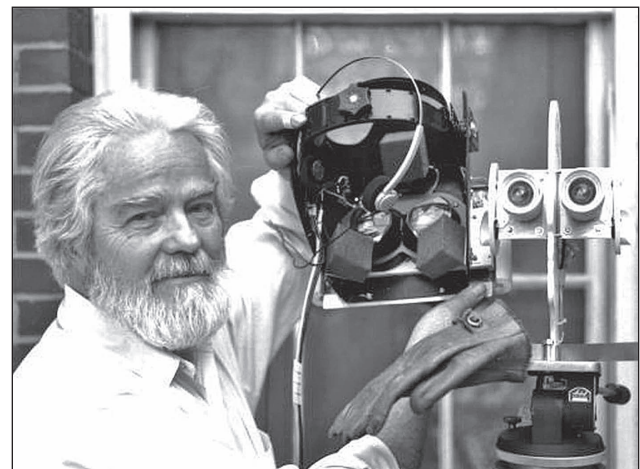
9. ábra. Morton Leonard Heilig Szenzorámája¹⁷



Eric Mayorga Howlett

Eric M. Howlett (1926–2011) legnagyobb találmányának a nagy kiterjedésű extra perspektíva (LEEP – Large Expanse Extra Perspective) technológiát tekintjük, amely tulajdonképpen egy széles látószögben megjeleníteni képes sztereoszkópikus fotografikus rendszer olyan lencsékkel, amelyek korrigálják a fénytörés okozta torzulásokat. A LEEP-

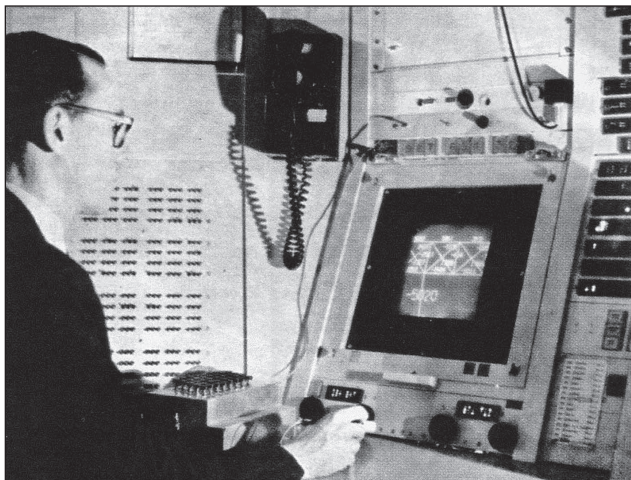
10. ábra. Eric Howlett, a LEEP-rendszer megalkotója¹⁸



rendszer 1979-ig munkatársaival közösen fejlesztette. Mivel ennek gyártását több világcég (Kodak, Polaroid) is elutasította, 1980-ban saját vállalatot alapított Waltham Watch Factory néven, ahol az 1983-as szabadalmaztatást követően beindította a termelést. Bár eszközei nem hozták meg az átütő sikert, találmányát később megvásárolta a NASA és a Disney is, így a LEEP hozzájárulása a mai értelemben vett „virtuális környezetként” hivatkozott fogalom technológiai hátterének kialakulásához vitathatatlan. [16]

Ivan Edward Sutherland

Ivan Edward Sutherland (1938–) a számítógépes grafika atyjának is tartott informatikus, még doktori képzése idején, 1963-ban mutatta be a „Sketchpad” alkalmazást a Massachusettsi Műszaki Egyetemen. Az eszközre fénycecuza segítségével lehetett jegyzetelni, illetve rajzolni. Timothy Johnson Sketchpad-III névvel még ugyanabban az évben bemutatta ennek az műszernek 3D-re kiterjesztett változatát is. [17] Sutherland egy 1965-ös konferencián *The Ultimate Display* című előadásában megfogalmazta, hogy egy olyan virtuális környezetben, ahol a felhasználó interakcióba tud lépni különböző objektumokkal, nem feltétlenül kell követni a fizikai világ törvényszerűségeit [18]. A piacra lépés, valamint kutatásaik további támogatása érdekében 1968-ban társával, David Evans-szal megalapította cégét, az Evans and Sutherland Computer Corporationot (E&S). [13]



11. ábra. Sutherland a Sketchpad használata közben¹⁹

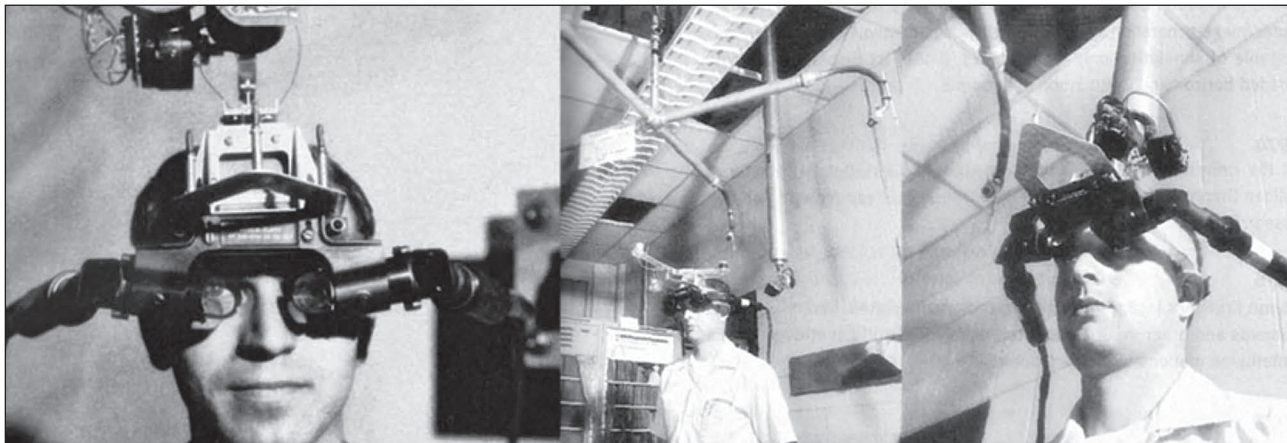
Sutherland a Head-mounted Three-Dimensional Display című folyóiratában publikálta a sztereoszkopikus HMD-k fejlesztése területén elért eredményeit. A kijelző megalkotásához katódsugárcsővet és optikát használt a két szem számára szükséges különböző képek előállítására, illetve egy felületet a követő rendszerhez. [13] A szerkezet a nagy tömege miatt nem volt hordozható, ezért egy rúddal a mennyezetre függesztették fel, amelynek segítségével a magasságot is be lehetett állítani. Találmányát, amelyet a legelső HMD-rendszerként tartanak számon, ezért is nevezték Damoklész kardjának²⁰ (Sword of Damocles). [15]

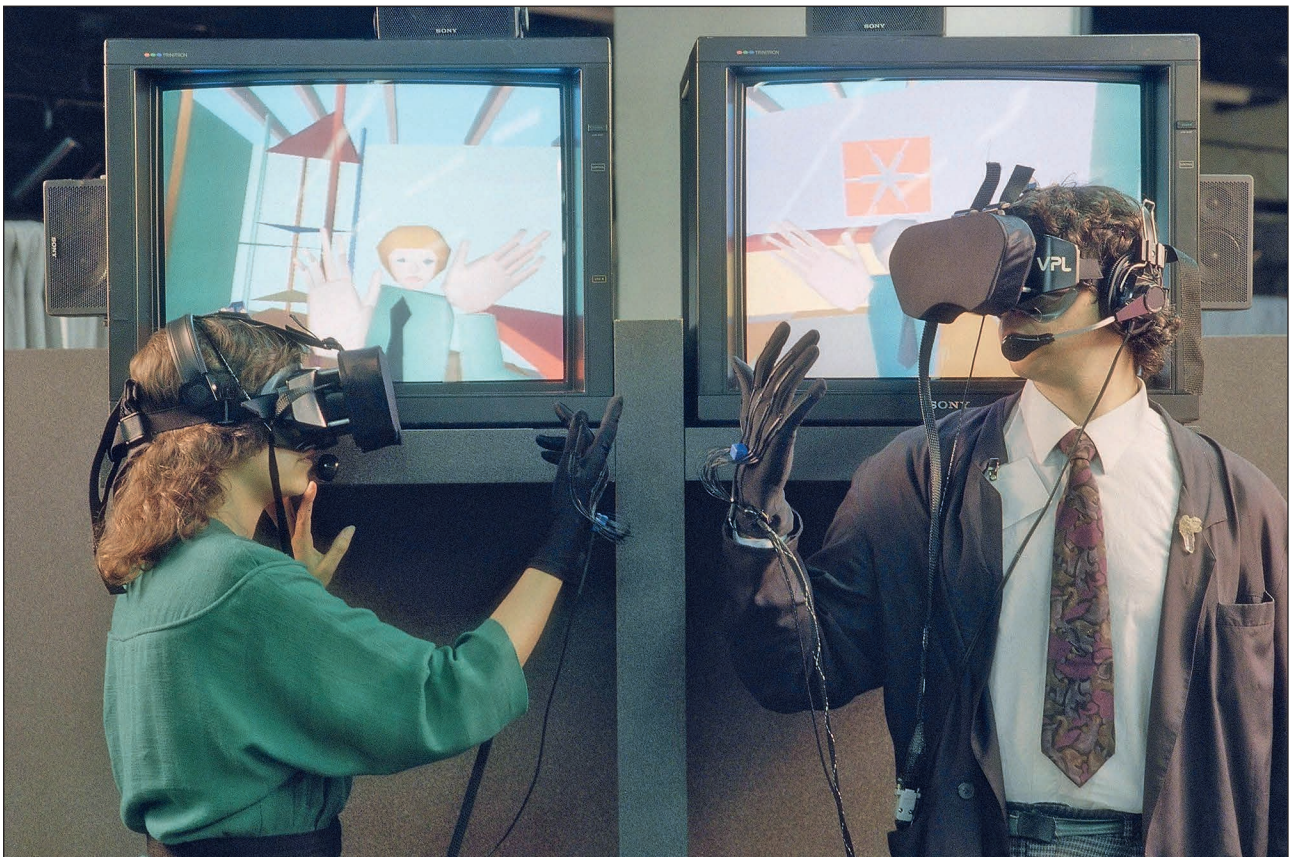
Az E&S 1973-ban, Novoview néven, a repülésszimulációk támogatása érdekében piacra dobta első digitális alapú, számítógép-képmegjelenítő rendszerét. Robert Burton *Real-time measurement of multiple three-dimensional positions* című disszertációjában még ugyanebben az évben bemutatta *The Twinkle Box*-nak nevezett fényalapú helyzetkövető megoldását, egy évvel később pedig már Sutherlanddel, mint a Karolinai Műszaki Egyetem professzorával közösen publikált. [13], [19]

Jaron Lainer

A virtuális valóság atyjának a legtöbben Jaron Lainer (1960–) informatikust tartják, aki 1984-ben, VPL Research néven megalapította a VR-hardverek és -szoftverek fejlesztésével foglalkozó vállalatát, majd 1987-ben először használta a virtuális valóság kifejezést. [20] Nevéhez fűződik többek között a DataGlove kesztyű formájú beviteli eszköz, az EyePhone két folyadékkristályos kijelzőből (LCD – Liquid Crystal Display) álló HMD, az AudioSphere sztereó hangzást biztosító hangeszköz, az Isaac valós idejű 3D vizuális motor, valamint a Body Electric vizuális programozási nyelv, amellyel a VPL VR-rendszereket (Virtual Programming Languages) lehetett programozni. Ezek közül szimbolikus jelentőségű a DataGlove és az EyePhone, ezért ezekkel célszerűbb kicsit alaposabban megismerkedni. A DataGlove-ból optikai szálak futottak ki, amelyek annak függvényében továbbítottak fényjelzéseket, hogy a felhasználó hajlította, vagy mozgatta a kezét. Ezeket a jelzéseket a számítógép értelmezte, majd az ezeknek megfelelő képeket megjelenítette az EyePhone kijelzőin, vagy egy képernyőn. A felhasználók a saját kezük számítógép által előállított képét látták, amivel virtuális tárgyakat mozgathattak egy alternatív környezetben. A felhasználó az EyePhone sztereoszkopikus LCD-kijelzőjét speciális optikán keresztül látta, amivel az eszköz lehetővé tette a számítógép által kreált világba történő belépést. Bár az 1980-as években ez számított

12. ábra. „Damoklész kardja”²¹, Ivan Edward Sutherland mennyezetre függesztett sztereoszkopikus HMD-szerkezetének használata egy kísérlet során





13. ábra. Az EyePhone és a DataGlove²²

a legkorszerűbb VR-megoldásnak, a technológia által megszabott keretek a 3D-s grafikában mindössze 360×240 pixeles felbontást és 5-6 képkocka/másodperces (FPS – Frames Per Second) képrfrissítést tettek lehetővé, így a vetített képből hiányzott az „életszerűség”. Részben emiatt történhetett, hogy a várt piaci siker elmaradt, a cég pedig 1990-ben tönkrement. [13], [15], [20]

(Folytatjuk)

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Galambos Adrienn. *Virtuális Valóság, A tapasztalás új módjai és formái*. Szakdolgozat, Miskolci Egyetem Bölcsészettudományi Intézet, 1997.;
- [2] Steve Aukstakalnis, David Blatner. *Silicon Mirage – The Art and Science of Virtual Reality*. Berkeley: Peachpit Press, 1992.;
- [3] Carlos Flavián, Sergio Ibáñez-Sánchez, Carlos Orús. „The impact of virtual, augmented and mixed reality technologies on the customer experience.” *Journal of Business Research* 100 (July 2019): 547-560. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.10.050>;
- [4] Fehér Katalin. „A virtuális valóság szemlélete a teóriától a gyakorlatig és vissza.” *Az Eszterházy Károly Főiskola tudományos közleményei (Új sorozat 29. köt.) = Acta Academiae Paedagogicae Agriensis. Sectio Scientiarum Economicarum et Socialium* (2002): 70–77. <http://publikacio.uni-eszterhazy.hu/1816/>;
- [5] Suzan Kardong-Edgren, Sharon L. Farra, Guillaume Alinier, H. Michael Young: „A Call to Unify Definitions of Virtual Reality.” *Clinical Simulation in Nursing* 31 (June 2019): 28-34. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2019.02.006>;
- [6] Tania Snuggs. „Canadian police mistakenly use cat filter during news conference on double murder.” *Sky News*, July 22, 2019. <https://news.sky.com/story/canadian-police-mistakenly-use-cat-filter-during-news-conference-on-double-murder-11768364> (Letöltve: 2020.07.09.);
- [7] Székely Noémi. „A Pokémon GO-jelenség és a kiterjesztett valóság.” *Filológia* 8, 1-2. sz. (2017): 66–73.;
- [8] Louis B. Rosenberg. „The Use of Virtual Fixtures As Perceptual Overlays to Enhance Operator Performance in Remote Environments.” 1995. <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a292450.pdf> (Letöltve: 2020.07.09.);
- [9] Maximilian Speicher, Brian D. Hall, Michael Nebeling. „What is Mixed Reality?” *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (May 2019). <https://doi.org/10.1145/3290605.3300767>;
- [10] Paul Milgram, Haruo Takemura, Akira Utsumi, Fumio Kishino. „Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum.” *Proc. SPIE 2351, Telemulator and Telepresence Technologies* (December 1995). <https://doi.org/10.1117/12.197321>;
- [11] Catherine Qin. „10 things you can do in Windows Mixed Reality right now.” *Windows Blogs*, April 9, 2018. <https://blogs.windows.com/windowsexperience/2018/04/09/windows-10-tip-10-things-you-can-do-in-windows-mixed-reality-right-now/#21tMreASpLcQRYtp.97> (Letöltve: 2020.07.09.);



- [12] David G. Wilkins. *The Collins Big Book of Art*. New York: Collins Design, 2005.;
- [13] William R. Sherman, Alan B. Craig. *Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design*. Cambridge: Morgan Kaufmann, 2018. <https://doi.org/10.1016/C2013-0-18583-2>;
- [14] György Péter. „Szép Új Világkép.” *Filmvilág* 9. sz. (Szeptember 1994); http://www.filmvilag.hu/xista_frame.php?cikk_id=731 (Letöltve: 2020.07.09.);
- [15] Johnathan Bown, Elisa White, Akshya Boopalan. *Boundaries of Self and Reality Online, Implications of Digitally Constructed Realities*. London: Academic Press, 2017. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804157-4.01001-X>;
- [16] J. M. Lawrence. „Eric Howlett, 84; pioneer in virtual reality technology.” *Globe Correspondent*, January 15, 2012. <https://www.bostonglobe.com/metro/obituaries/2012/01/15/eric-howlett-pioneer-virtual-reality-technology/naA8afwjaBL6Ujps315Ebl/story.html> (Letöltve: 2020.07.09.);
- [17] Ivan Edward Sutherland. „Sketchpad: A man-machine graphical communication system.” *Technical Report, Number 574*. University of Cambridge Computer Laboratory, 2003. <https://www.cl.cam.ac.uk/techreports/UCAM-CL-TR-574.pdf> (Letöltve: 2020.07.09.);
- [18] Ivan Edward Sutherland. „The Ultimate Display.”, *Proceedings of IFIP Congress* (1965): 506-508. <http://worrydream.com/refs/Sutherland%20-%20The%20Ultimate%20Display.pdf> (Letöltve: 2020.07.09.);
- [19] Robert Burton. „Ivan Sutherland - For his pioneering and visionary contributions to computer graphics, starting with Sketchpad, and continuing after.” A.M. Turing Award Laureates. Association for Computing Machinery, 1998. https://amturing.acm.org/award_winners/sutherland_3467412.cfm (Letöltve: 2020.07.09.);
- [20] „Brief Biography of Jaron Lanier.” <http://www.jaronlanier.com/general.html> (Letöltve: 2020.07.09.).

JEGYZETEK

- Komló Csaba. „Virtuális szemináriumok.” <https://docplayer.hu/11243242-Virtualis-szeminariumok.html>. (Letöltve: 2020.07.09.)
- György Péter. „Szép Új Világkép.” *Filmvilág* 9. sz. (Szeptember 1994); http://www.filmvilag.hu/xista_frame.php?cikk_id=731. (Letöltve: 2020.07.09.)
- Todd Stewart. „How Augmented Reality Will Change the Field Service Industry.” *Field Service Digital*, October 30, 2017. <https://fsd.servicemax.com/2017/10/30/augmented-reality-will-change-field-service-industry/>. (Letöltve: 2020.07.09.)
- Richard Moss. „Mixed reality and business: bringing value to VR.” *Telstra*, October 12, 2018. <https://exchange.telstra.com.au/mixed-reality-and-business-bringing-value-to-vr/>. (Letöltve: 2020.07.09.)
- A táblázat szövege a szerzők fordítása. Carlos Flavián, Sergio Ibáñez-Sánchez, Carlos Orús. „The impact of virtual, augmented and mixed reality technologies on the customer experience.” *Journal of Business Research* 100 (July 2019): 550. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.10.050>.
- Mark Pegrum. „Virtual reality.” <https://markpegrum.com/tools-for-digital-learning/virtual-reality/>. (Letöltve: 2020.07.09., a 3. ábra feliratai a szerzők fordításában.)
- <https://p1.pstatp.com/large/tos-cn-i-0022/d6af75fa7a7c40048bc0f1496451cf0>. (Letöltve: 2020.09.05.)
- Az axonometria a térbeli tárgyak szemléletes síkbeli ábrázolására szolgáló módszerek egyike.
- https://epiteszforum.hu/uploads/images/2018/01/1920_saint-ignatius-pozzo.jpg. (Letöltve: 2020.09.06.)
- https://felegyhazikozlony.eu/imgs_news/original/115336.jpg. (Letöltve: 2020.09.06.)
- A háttérben található rétegek lassabban mozdulnak el a szemlélő számára, mint az előtérben találhatók.
- „Brewster törvénye szerint, ha egy átlátszó közegre természetes fény esik, és a megtört és visszavert sugarak éppen egymásra merőlegesek, a visszavert fény teljesen poláros, és a rezgési síkja merőleges a beesési síkra.” Sánta Imre. „Optika és látorendszerek.” EDUTUS Főiskola, 2012. https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0017_45_optika_es_latorendszerek/ch02s06.html. (Letöltve: 2020.07.09.)
- (http://doktori.mke.hu/sites/default/files/attachment/KITERJESZTETT_PERCEPCI%C3%93_Szvet_Tam%C3%A1s_2018_0.pdf). Letöltés ideje: 2021.01.05.)
- QR-kód: „Peppers Ghost How To Video.” May 6, 2016. <https://www.youtube.com/watch?v=0EN4t1GUECA>. (Letöltve: 2020.07.09.)
- Egy igen széles képernyőjű mozgófilm-színház.
- Laurent Lescop, „360° vision, from panoramas to VR,” *Envisioning Architecture SPACE / TIME / MEANING* 1, (Szeptember 2017): 231. https://www.researchgate.net/publication/319618259_360_vision_from_panoramas_to_VR. (Letöltve: 2020.07.09.)
- Muzafer H. Saračević, „Concept and Types of Virtual Environments: Research about positive impact on teaching and learning,” *University Journal of Information Technology and Economics* 1, no. 1, (June 2014): 52. https://www.researchgate.net/figure/Sensorama-From-web-page-InventorVR-retrieved-in-March-2014-from_fig1_263388241. (Letöltve: 2019.02.19.)
- J. M. Lawrence, „Eric Howlett, 84; pioneer in virtual reality technology,” *Globe Correspondent*, January 15, 2012. <https://www.bostonglobe.com/metro/obituaries/2012/01/15/eric-howlett-pioneer-virtual-reality-technology/naA8afwjaBL6Ujps315Ebl/story.html>. (Letöltve: 2020.07.09.)
- Alberto Sdegno, „For an Archeology of the Digital Iconography,” *Proceedings* 1, no. 1093 (November 2017): 4. <https://doi.org/10.3390/proceedings1091093>. (Letöltve: 2020.07.09.)
- Az elnevezés egy görög mítoszról ered: Damoklész irigykedett a király hatalmára, ezért a király a trónjára ültette, és egy hajszállal a feje fölé függesztetett egy kardot, ezzel szimbolizálva az uralkodóra leselkedő veszélyeket.
- Marcelo M. Soares, Francisco Rebelo, *Ergonomics in Design: Methods and Techniques* (Boca Raton: CRC Press, 2016), 128.
- Paul Sorene, „Jaron Lanier's EyePhone: Head And Glove Virtual Reality In The 1980's,” *Flashbak*, November 24, 2014. <https://flashbak.com/jaron-laniers-eyephone-head-and-glove-virtual-reality-in-the-1980s-26180/>. (Letöltve: 2020.07.09.)

HADITECHNIKA FOLYÓIRAT

A *Haditechnika* folyóirat korábbi számai megvásárolhatók:

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

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

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

Nyitvatartás: H.–P. 9–15 óra www.topomap.hu.

Dr. Óvári Gyula* – Fehér Krisztina**

Repülőgépek elektromos meghajtása – szükségyszerűség kompromisszumokkal

III. rész

Napjaink egyik legnagyobb technikai kihívása az egyre csökkenő mennyiségben kitermelhető hagyományos, fosszilis eredetű energiahordozók kiváltása. A légi közlekedésben erre megnyugtató, hosszú távú megoldás eddig még nem született, jelenleg csak az elektromos meghajtású repülőeszközök jöhetnek számításba, amelyek ez irányú fejlesztése már tart, és az USAF is támogatja a koncepciót. A tanulmány korábbi részeiben a szerzők áttekintették repülőeszközök működtetéséhez alkalmazott energiahordozók fajtáit, a környezetszennyezés csökkentése érdekében szóba jöhető alternatív energiaforrások kiválasztásának szempontjait, majd a repülés környezeti hatásait. Felvetették a dinamikus növekvő légi forgalom és a környezetvédelmi szabályozás ellentmondásait, elemezték az alternatívenergia-bevezetés kényszerű lassulásának okait, valamint aggályokat fogalmaztak meg a 2050-ig tartó fejlődés lehetőségeiről. A tanulmány III. része a katonai repülés és környezetszennyezés arányait vizsgálja, majd bemutatja a nemzetközi társadalmi, politikai, katonai válságok, illetve a koronavírus-járvány hatásait a repülőiparra és a légi közlekedésre. Ezt követően önálló rész foglalkozik az elektromos meghajtású repülőeszközök gyors bevezetésének kényszerhelyzetével, valamint az azzal járó kompromisszumokkal.

A KATONAI REPÜLÉS ÉS KÖRNYEZETSZENNYEZÉS

A tanulmány előző részeiben feltárt tények alapján egyértelmű, hogy a katonai repülésnek is – rövid határidőn belül – aktív részesévé kell válnia az átlátható és objektíven ellenőrizhető jelentős környezetszennyezés csökkentésnek. Ugyanakkor az is egyértelmű, hogy a katonai repülésre még sokáig szükség lesz, bár több területen (pl. vadászrepülőgépek) még használhatónak látszó koncepció sincs az alternatív energiák alkalmazhatóságára és ezen keresztül számottevő környezeti ártalom csökkentésére.

Erdemi – a későbbiekben kisebb országok hadseregeire is adaptálható – következtetés vonható le az egyik legnagyobb katonai hatalom, az USA hadseregének üzemanyag-fogyasztását és ennek nyomán üvegházhatású gázkibocsátását vizsgálva. Az adatok rendszerint nem publikusak, de angol kutatók vizsgálata alapján, a 2017-es emisszió mennyisége megfelelt a legtöbb közepes méretű országnak, tehát ebben a tekintetben a 47. helyen áll, Peru és Portugália között. 2017-ben az USA hadserege naponta ~270 ezer hordó (1 hordó = 187,987 liter – a szerk.) kőolajat vásárolt, és ennek elégetése révén 25 ezer kilotonna szén-dioxiddal terhelte a környezetet. Az USA hadseregének haderónemeit tekintve a legnagyobb szennyező a légi-

erő, amelynek gépei, kiszolgáló eszközei többet fogyasztanak és szennyeznek, mint a haditengerészet, a szárazföldi erők és a tengerészgyalogság együttesen. (Az Egyesült Államok hadseregének aktuális károsanyag-kibocsátásáról nehéz pontos adatokhoz jutni, mert az USA kilépett a párizsi klímaegyezményből.)¹ Megalapozottan feltételezhető, hogy a kínai, orosz, indiai hadseregek légierői legalább ilyen markáns mutatókkal rendelkeznek, de az ezeknél kisebb közép hatalmak – többek között a német, a francia, a brit, a török és a pakisztáni – fegyveres erők energiafelhasználása és környezetszennyezése is számottevő.

A katonai repülésben is deklarált programok hivatottak elősegíteni a tüzelőanyag-megtakarítást, de esetükben – minden bizonnyal finansiális megfontolásból – érzékelhetően az új konstrukciók mellett, jelentős szerepet kap a régebbi, bevált gyártmányok üzemidejének hosszabbítása, vagy felújítása. Például az 1950-es évek első felében rendszerbe állított és tervezetten 2030–2035-ig hadrendben maradó B-52-es bombázó repülőgép H változatának bevezetése, az új hajtóművek és digitalizált vezérlésük (FADEC – Full Authority Digital Engine Control) beépítésének következtében úgy növelte a hatótávolságot 50%-kal, hogy közben 25%-kal csökkentek az üzemeltetés közvetlen költségei. Járulékosan pedig 55 darabra volt csökkenthető a feladat ellátáshoz szükséges KC-135R légi utántöltő repülőgéppark állománya, ami önmagában mintegy 6 milliárd USD megtakarítást eredményez a tervezett kivonásukig hátralévő, közel 20 évben. Az orosz haderőben is tapasztalható hasonló törekvés. Az először 1961-ben üzembe állított Mi-8-as helikopternek például még az ezredfordulót követően is több mint 2000 példány repült, sőt számos példány repül napjainkig is, a típusnak azonban készültek figyelemreméltó modernizált változatai is (Mi-8MTG, Mi-17, Mi-171/172).

A különböző országok haderői, illetve haderónemei – ezen belül a légierők is – megkezdtek az alternatív energiaforrások (pl. bioüzemanyagok, napenergia), adalékok fokozatos bevezetését és alkalmazását, de ezek egyelőre a katonai energiaigényeknek csupán kis hányadát teszik ki.

2020 – A LÉGI FORGALMI ÉS REPÜLŐIPARI TERVEK ÖSSZEOMLÁSÁNAK ÉVE

A NEMZETKÖZI TÁRSADALMI, POLITIKAI, KATONAI VÁLSÁGOK HATÁSA A LÉGI FORGALOMRA

Az elmúlt fél évszázad történetének légi forgalomra gyakorolt hatását vizsgálva egyértelműen kimutatható, hogy a jelentős, kiterjedt és elhúzódó társadalmi, gazdasági válsá-

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

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





18. ábra. A társadalmi, gazdasági válságok és regionális háborúk hatása a légi forgalomra (Forrás: Aero Magazin, XXII. évf. 2020/4. 17. o.)

gok, valamint a nagyhatalmak részvételével folyó regionális háborúk jelentős hatást gyakoroltak a forgalomra. Az utas-
szállításban rendszerint csupán 1-3 éves megtorpanást vagy visszaesést, a teherforgalomban többnyire hasonló időtartamú stagnálást követően vált lehetővé az eredeti állapotra történő visszaállás. (18. ábra) E krízisek megoldásának közös sajátossága volt, hogy valamennyi, rövidebb-hosszabb idő után „erőből”, gazdasági, politikai és/vagy katonai eszközökkel beavatkozva kezelhetővé vált. A válságok egyes következményei megmaradtak (pl. 2001. 09. 11. terrortámadások után a repülőtéri biztonsági rendszabályok napjainkig tartó drasztikus szigorodása), azonban a fejlődés mennyiségi mutatói és trendjei érdemben nem változtak, visszaálltak a válság előtti állapotra.

A COVID-19 JÁRVÁNY JELLEMZŐI ÉS TÁRSADALMI HATÁSA

Következményeit tekintve gyökeresen eltért a válságoktól a 2020 elején világjárvánnyá vált COVID-19, amely május közepére 188 országban – döntően Kínában, Európában és az USA-ban – 4,5 millió embert fertőzött meg, közülük több mint 310 ezer a halálos áldozatok száma (Johns Hopkins Hospital, Baltimore, USA, 2020. 05. 17-i közleménye)².

Ami nagy bizonyossággal megállapítható, illetve valószínűsíthető:

- a pandémiát senki, semmi nem jelez(het)te előre, oka, gyógymódja és így várható időtartama egyelőre nem ismert;
- a válságok esetében alkalmazott különböző megoldások egyike sem értelmezhető ebben az esetben;
- a közeljövőben a fertőzés robbanásszerű emelkedése várható a Földünk legszegényebb országaiban, az ottani közegészségügyi és lakhatási állapotok miatt;
- Európában, az USA-ban és Kínában is bizonyosnak tekinthető még a járvány különböző intenzitású és kiterjedtségű újabb hullámokban való visszatérése;
- a fertőzés megszűnését jelentő ún. „nyájjimmunitás” eléréséhez ~60%-os védettség szükséges, amely földünk jelenlegi 7,7 milliárd lakosságából 4,5 milliárd fő átolottságát feltételezi. Vélhetően ez nem néhány hónapos terminus.

A felsoroltak miatt – gyógymód hiányában – jelenleg csak a járvány terjedésének megfékezésére lehet koncentrálni. Világviszonylatban egyetlen jó megoldásnak az emberek – a lehetőségekhez mérten – egymástól történő izolálása tűnik a lakóhelyeken, régiókon belüli szabad mozgás, gyülekezés korlátozásával, a munkába járás időleges szüneteltetésével (ahol lehet home office engedélyezésével)

vel), oktatási intézmények bezárásával (távoktatás), országok közötti utazás tiltásával.

A 2020-as COVID-19 JÁRVÁNY HATÁSA A REPÜLŐIPARRA ÉS A LÉGI KÖZLEKEDÉSRE

A tiltások és a megbízható ismeretek hiányából fakadó emberi félelmek miatt a légi személyszállítást igénybe vevők száma 2020 elejétől drasztikusan csökkent. Az Eurocontrol 2020 áprilisi közleménye szerint a 2019-es napi 31 ezres járatszám alig 12-14%-ra, kevesebb, mint 5000-re csökkent az európai légtérben. A magyar légiforgalmi helyzet is drasztikus visszaesést mutat. A Budapest Airport adatai szerint pl. 2019 áprilisban naponta átlagosan 320 fel- és leszállás történt, mialatt 44 000 utas fordult meg a terminálon. 2020 áprilisában ez napi 35 járatra redukálódott (amelyek között csak néhány volt utasszállító gép, mindössze 275 főnyi utassal). További összevethető hazai adat: 2019-ben, a húsvéti időszakban 1311 db repülőgép 190 000 utast szállított, a 2020-as ünnepek alatt mindössze 1283 utas fordult meg a budapesti repülőtéren. *Mindkét adat alapján 99,3%-os csökkenés számítható.*

A kevesebb járat világviszonylatban természetesen kevesebb légi jármű működtetését tette szükségessé, jóval kisebb számú szakmai közreműködéssel. (A British Airways pl. 30 000 munkavállalót küldött kényszerszabadságra.) A tartósan lecsökkent légi forgalom, és annak alacsonyabb bevétele miatt a légitársaságok lényegesen kevesebb új repülőgépre tartanak igényt, a már megrendelt gépekből is kevesebbet hajlandók/képesek átvenni. Ez a gazdasági kényszer a repülőgépgyártóknál is kapacitáscsökkentést, ennek eredményeként kényszerszabadságot, elbocsátásokat okozott).

Számszerűsítve a következményeket: 2020 első negyed-
évének végére már 18 ezer repülőgépet állítottak le, illetve konzerváltak hosszabb időre a légitársaságok. Ez az intézkedés arányában leginkább a nagy befogadóképességű típusokat (Airbus A380-asokat és Boeing 747-eseket) érintette, amelyek közül többet véglegesen selejtezni kívánnak. Várhatóan ezeken kívül idő előtt kikerül a rendszerből az összes Airbus A300/310/318-as, Boeing 737 Classic és Boeing 747-400-as típusú gép is. Becslések szerint a légitársaságok 2020-ban 3800 db repülőgépet vontak ki véglegesen a forgalomból, amelyeket 2021-2023 között további 2500 követhet. Három-négy év múlva minimális lesz az üzemeltetett Airbus A340, Boeing 737-900-as, Boeing 757-es, valamint a Bombardier CRJ-700/900/1000-es és a McDonnell Douglas MD80/90-es szériáiból megmarad légi járművek száma is.

A légitársaságok által legnagyobb számban tovább üzemeltetett típusok a legújabb fejlesztésű széles törzsűek. Az Airbus A350-esek 36%-a, a Boeing 787 Dreamlinerek 37%-a még most is alkalmazásban van, a keskeny törzsűekből az A320neo-k 40%-a továbbra is repül.

A Flightglobal szakfolyóirat megítélése szerint jelenleg két lehetőség adódik a légitársaságok számára: vagy megszabadulva régi repülőgépeiktől újakat vásárolnak (a Luftansa és a KLM ezt tervezi), vagy leállítva az újak átvételét, megtartják a régiakat. Az előbbi megoldást az is segítheti, hogy pl. amennyiben a Boeing állami támogatással beindítja a gyártást és túlkínálat keletkezik, akkor majd nyomott áron szerezhető be a legújabb, legkorszerűbb repülőgépek. A másik lehetőség azért választható, mert a jelenlegi, még alacsony kerozinárak mellett a 25 évesnél is idősebb gépek megtartása és további üzemeltetése nagyobb anyagi előnyt biztosít, mint a drágább és hatékonyabb új gépek

alkalmazása. A JP Morgan bankház elemzése szerint az újak vásárlása esetén 2020–2024 között 7700 db gép átvételére és 5700 db repülőgép kivonására lehet számítani. Amennyiben inkább a régi légi járművek megtartását részesítik előnyben, akkor 5600 db új repülőre lehet igény, és mindössze 3600-at vonhatnak ki.

A fenti tényezők befolyásolták a vezető repülőgépgyártók döntéseit és tevékenységét is. 2020 áprilisától az Airbus harmadával csökkentette a kereskedelmi típusok gyártásának mennyiségét, és a korábbinál kevesebb gépátadással számol. A Boeing április végéig összesen 49 db repülőgépet adott el, és 565 példány gyártási szerződését a megrendelők felmondták, így a lemondásokkal számolt nettó rendelésállománya mínusz 516 db gép. A prognózisok szerint az Airbus 2024-ig várhatóan a korábban tervezettnél 21%-kal, a Boeing pedig 26%-kal kevesebb repülőgépet tud átadni, amely együttesen mintegy 1000 új repülőgép visszamondását jelenti. Mindezek járulékos következményeként a Boeing ~10%-os létszámléépítést tervez, főként a kereskedelmi géptípusokat gyártó részlegeinél. Az Airbus elvetette a korábbi, új, toulouse-i A321neo gyártósor létrehozására vonatkozó terveit, és az amerikai gyártóhoz hasonló nagyságrendű munkaerőcsökkentést kényszerül végrehajtani.

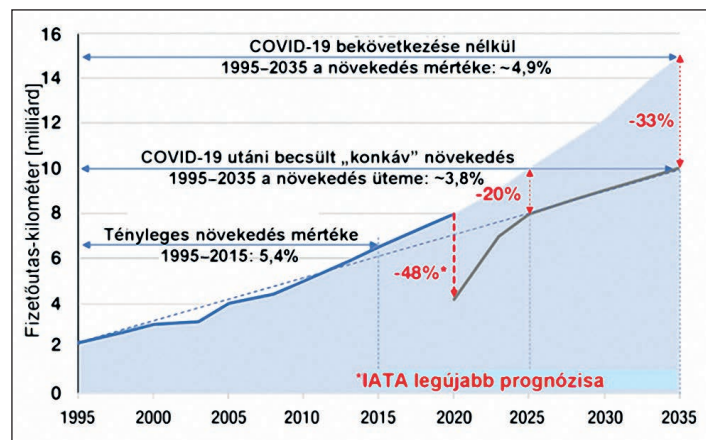
A Nemzetközi Légi Szállítási Szövetség (IATA – International Air Transport Association) 2020 áprilisi elemzése szerint, a légitársaságok háromnegyede a kapacitásaik 70–90%-ának törlése miatt 2-3 hónapon belül fizetésképtelenné válhat, mert saját erőből képtelenek kikerülni a koronavírus okozta átfogó pénzügyi válságból. A korábbi 252 milliárd USD helyett már 314 milliárddal csökkenő bevétellel számolnak. Ez az összesített, elmúlt évi árbevétel 55%-át teszi ki, az értékesített utaskilométerben mért teljesítmény pedig 48%-kal maradhat el a 2019-es szinttől. A fenti indokok miatt a nagyvállalatok elengedhetetlenek tartják pénzügyi segély iránti igényük benyújtását ahhoz az államhoz, ahová adójukat fizetik. Az állami támogatás szükségességét az alábbi érvekkel indokolják:

- a világ áruszállításainak a 35%-a a levegőben történik, azaz, amikor a földön problematikusává válik a szállítás a határok lezárása miatt, akkor fokozott szükség lehet a légitársaságok kizárólagos áruszállító kapacitásaira. Ez a szempont különösen a gyógyszerek és egészségügyi berendezések szállítása esetén válhat hangsúlyossá, amikor a gyorsaság kiemelten fontos;
- a közvetett résztvevőket, illetve a beszállítói kört is figyelembe véve, összesen mintegy 70 millió ember végez olyan tevékenységet, amely valamilyen formában a légi forgalomhoz kapcsolódik. Amennyiben a légitársaságok csődközelbe kerülnek, közülük sokan elvesztik munkájukat, amely jelentős szociális, társadalmi feszültségeket okozhat. A válság megszűntével a nemzetgazdaságoknak újra szükségük lesz a légitársaságokra, amelyek 1 USD árbevételükkel 3,8 USD értékű GDP-t termelnek.

Az elemzők előrejelzéseikben azt látogatják, hogy a COVID-19 válság mennyi ideig tarthat, mekkora károkat okozhat és a repülőipar, a légi közlekedés várhatóan mikorra térhet vissza a korábbi szintre. Az ipar és légi közlekedés 18–36 hónap alatt szeretne visszaállni eredeti növekedési pályájára. A megalapozottnak tekinthető komplex elemzések ennek az ütemezésnek gyakorlatilag nem adnak esélyt, mivel a következmények mérlegelésén kívül elengedhetetlen a – nem virológiai – előzmények és bizonytalannak tekinthető lényeges tényezők kritikus áttekintése is. Néhány szempont az elemzéshez:

- az ágazat válság előtti növekedési pályája nem volt fenntartható, helyenként megalapozatlan illúziókra épült, szerkezeti, szervezeti gyengeséggel rendelkező. Ennek egyik példája Európában az Airbus, amely először politikai konstrukcióként indult, majd „ipari puzzle” lett, az alkatrészek és részegységek kontinensen belüli, sőt tekintélyes számban azon kívüli résztvevők közötti oda-vissza mozgatásával. Ennek oka a nem mindig észszerű gazdasági alapokra visszavezethető alkudozások eredményeként létrejött kötelező nemzetközi gyártási kooperáció, valamint az, hogy a repülőgép-értékesítést ipari kompenzációkkal kapcsolják össze;
- mivel a piac középtávon akár 40%-kal is csökkenhet, a hatékonysághoz és talpon maradáshoz szükségszerű a kompaktabb, racionálisabb és modulárisabb ellátási láncok kialakítása, sokkal mélyebb együttműködéssel az ügyfelek és a beszállítók között. Különösen, hogy a két nagy konkurens gyártó (a Boeing és az Airbus) mellett megjelent – a hatalmas belső piacával is támogatott, – tőkeerős új vállalkozás, a kínai állami repülőgépgyártó, a COMAC is;
- megnövekedett a környezetvédelmi nyomás is, amelynek következményeként a kormányok már szigorú fenntarthatósági megállapodásokat írnak elő a gyártóknak és a légitársaságoknak támogatásuk feltételeként. Ezt különadók, bírságok bevezetésével is nyomtatékosítják;
- nehezen prognosztizálható a vírus időleges és végleges elmúlt utáni fogyasztói magatartás, a repülőutakhoz való visszatérés intenzitása, az igények – köztük a zsúfolt fapadosokhoz ragaszkodás – megmaradásának, vagy megváltozásának mértéke;
- a korábbi forgalmi előrejelzések alapján, a következő öt évben a légitársaságoknak 8300 repülőgépre lett volna igényük. Ez a friss prognózisok szerint (Forbes) – feltételezve, hogy a járvány miatt több mint 40%-os kapacitáscsökkenéssel és csak lassú visszarendeződéssel lehet csak számolni – 2000-rel lesz kevesebb. Egyebek között e tényezők is számottevően módosíthatják a légiforgalmi növekedési görbe alakulását (19. ábra), amely így a járvány előtti feltételezett folyamatosan növekvő (konvex) jellegű bevétel eredményező helyett, lassuló növekedési üteműre (konkáv jellegűre) módosul (vö. 18. ábra). E prognózis szerint 2035-ig a bevételt eredményező utaskilométerek mennyisége egyharmaddal kevesebb lehet, mint a válság előtt várt 15 milliárd. Ez egy hosszabb, 1995–2035-ös időszakra még így is ~3,8%-os éves átlagos

19. ábra. A légi forgalom várható alakulása 2035-ig [2]



növekedési rátát jelenthet, amely tulajdonképpen elfogadható, mert még lehetővé teszi az ipar számára a fenntarthatósági céljainak elérését, de kétségtelenül alacsonyabb, mint a koronavírus kitörése előtt várt 4,9%-os növekedés.

ELEKTROMOS MEGHAJTÁSÚ REPÜLŐESZKÖZÖK GYORS BEVEZETÉSÉNEK KÉNYSZERE – KOMPROMISSZUMOKKAL

AZ ALKALMAZÁS KÖRÜLMÉNYEI, FELTÉTELEI ÉS SZERKEZETI KIALAKÍTÁSÁNAK SAJÁTÓSÁGAI

A pandémia egyik következménye annak belátása, hogy a fenntartani szükséges gazdasági fejlődés biztosítása érdekében ugyan várhatóan még évtizedekig szükség lesz belső égésű erőgépekkel működtetett légi járművekre, de nem olyan számban, nem annyi féle célra és nem úgy használva, ahogy azt korábban feltételezték. Alapvetően elérendő globális cél a már jelenleg is egyre erőteljesebben érzékelhető, klímaváltozást okozó környezetszennyezés lelassítása, vagy megállítása miatt, 2050-re a karbonsemlegesség elérése. Ez azt jelenti, hogy a károsanyag-kibocsátást olyan alacsony szintre kell csökkenteni, amelyet a természeti folyamatok meg tudnak kötni. Ennek módja az alternatív energiahordozók mind szélesebb körben történő elterjesztése, és ahol ez nem lehetséges, karbonkredít vásárlása.

A fenti globális cél meghatározó szükségszerű eleme századunk közepére, a karbonmentes repülés széleskörű bevezetése bolygónk lehető legtöbb régiójában. Ennek fontos szegmense a nagyvárosi közlekedés, mivel az ENSZ előrejelzése szerint a Föld népessége a 2019-es 7,7 milliárdról, 2050-re 26%-kal emelkedik, így elérheti a 9,7 milliárd főt. Ez számottevő gazdasági, ellátási kihívást jelent, hiszen a populáció meghatározó többsége – az előrejelzések szerint – a városokban koncentrálódik, amelyek infrastruktúráját fel kell készíteni a tömegek megfelelő minőségű kiszolgálására. Több prognózis szerint 2040 után közel 6 milliárd ember már városokban – jelentős hányada többmillió megapoliszokban – tömörülve fog élni, míg a vidékiek száma ennek fele, csak mintegy 3 milliárd fő lesz.



20. ábra. Városi légi közlekedés eVTOL-lal (Forrás: Airbus)

21. ábra. Metropolisz ellenőrzése eVTOL drónnal (Forrás: Airbus)



A nagyvárosokban a jövőben elengedhetetlen lesz a harmadik dimenzió az (UAM – Urban Air Mobility) bevonása – lehetőleg maradéktalanul környezetkímélő eszközökkel – a helyi személy- és teherszállításba (20. ábra), megfigyelésbe (21. ábra) és számos speciális feladatkörbe.

A jelenleg ismert, károsanyag-mentes kibocsátású és minimális zajszintű meghajtások közül (nukleáris, elektromos), belátható, hogy – bár számos kompromisszum árán – sűrűn lakott övezetekben csak az elektromos (e) felel meg a tömeges gyakorlati alkalmazás követelményeinek. A városon belüli légi személy- és áruszállítás eszközei azonban mindenképpen meghatározóan függőlegesen fel- és leszálló, eVTOL (Vertical Take off and Landing) repülőeszközök lehetnek.

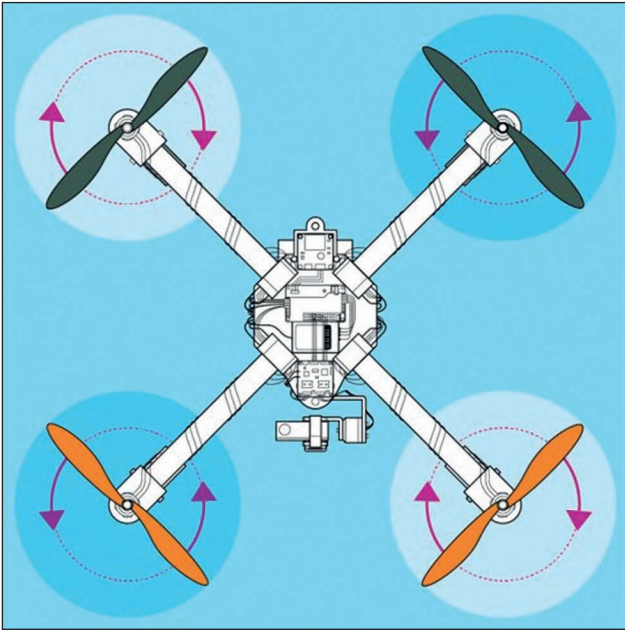
AZ eVTOL-OK SZERKEZETI KIALAKÍTÁSI SAJÁTÓSÁGAI

Az elektromos meghajtású légi jármű környezetkímélő módon végrehajtott függőleges le- és felszállása (eVTOL) legkedvezőbbben légcsavarokkal, forgószárnyakkal lehetséges. Mivel ezek forgatása villanymotorral – a helikopterekével megegyezően – mechanikusan (közvetlenül tengelyekkel, tengelykapcsolókkal, fogaskerekekkel összekapcsolva) történik, ezért rajtuk reakciónyomatékok hoznak létre, amely a törzset a légcsvavar forgásirányával ellentétes forgásba hozza. Ezt megakadályozandó – elektromos UAV-k esetén elhanyagolhatóan ritkán, a gázturbinás helikopterekkel azonos módon – ellentétes nyomatékok generáló faroklégcsvart alkalmaznak (22. ábra), de ennek a forgatását is külön motor biztosítja.

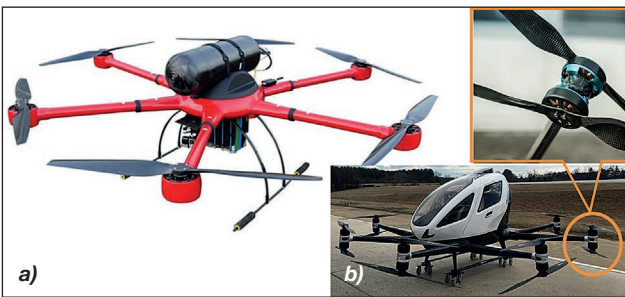


22. ábra. Egyforgószárnyas, faroklégcsvaros drón (Fotó: Pintereset)

Az eVTOL drónoknál alkalmazott légcsvavarok vonóerejének nagyságát és irányát – a hagyományos helikopterektől eltérően nem állandó fordulatszám mellett forgószárnylapátjaik közös és ciklikus beállítási szögei változtatásával, hanem – állandó beállítási szög mellett, fordulatszámaik különböző kombinációban történő differenciált változtatásával vezérlik. Ebből adódóan valamennyi forgószárnyat, (farok)légcsvart külön motor működteti. A megbízható, pontos, késleltetésmentes 3D-kormányzást lehetővé tevő felfelé mutató emelőerő, valamint a haladást, elfordulást egyidejűleg biztosító előre mutató és/vagy oldalero nyomatéki kölcsönhatás létrehozásához legalább 4 db – de mindig páros számú, páronként azonos, vagy különböző for-



23. ábra. Egy UAV 4 légszavárjának forgásiránya
(Fotó: Pintereset)

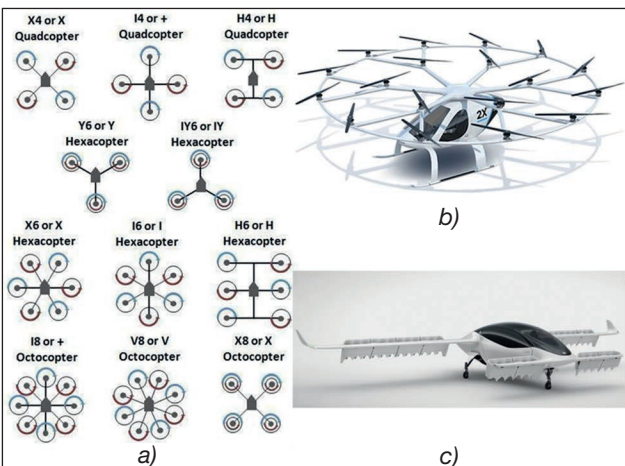


24. ábra. 6 légszavaras a) és 16 légszavaras b) eVTOL repülőgép

dulatszámmal egymással szembe forgó(!) – légszavár működtetése szükséges (23. ábra).

Bár ennél a légi jármű kategóriánál is érvényes az az alapvető konstrukciós szabály, amely szerint adott toló/vonóerő előállítás szempontjából a lehető legkevesebb

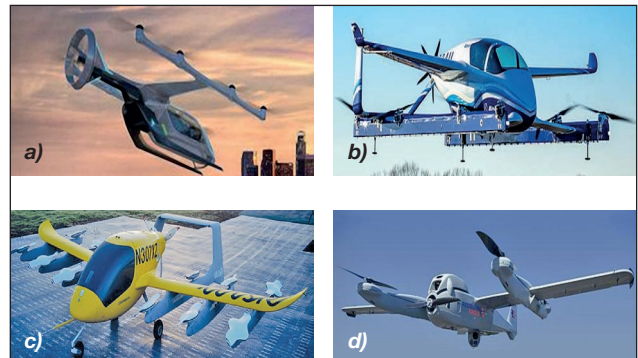
25. ábra. Az eVTOL légi járművek tipikus légszavár-elhelyezési lehetőségei



számú hajtómű alkalmazása biztosítja a legkedvezőbb tömeghányadot és így gazdaságosságot, repülésbiztonsági szempontból ezeknél mégis inkább 6 db-ot, vagy azt meghaladó számú légszavart alkalmaznak (24. ábra). Több típusnál egy konzolon – a koaxiális kialakításra emlékeztető – két ellentétes irányba forgó, de külön motorral meghajtott légszavart is elhelyezhetnek (24. b. ábra). Ezek pontosabb, érzékenyebb irányítást tesznek lehetővé, illetve 1-2 motor és/vagy légszavár (a 18 légszavárosnál, megfelelő konfigurációban akár 6 db!) működésképtelenné válásakor a megmaradtak (pl. 25. b. ábra) – a vezérlési programjuk automatikus rekonfigurálásával – biztonságos kényszerleszállást tesznek lehetővé. Ez a technikai lehetőség azért fontos, mert légszavár-kialakításuk miatt az autorotációra képtelen repülőszközöknek más megoldás nem áll rendelkezésükre.

A lezuhanás elkerülésének és a biztonságos, lehetőleg irányított kényszerleszállás technikai megteremtésének fontosságát az is nyomatékosítja, hogy ezek a légi járművek döntően sűrűn lakott zónák felett repülnek, így az általuk tartózkodók is potenciálisan veszélyeztetetté válhatnak.

A légszavarak elhelyezése a repülőgépeken mindig (hossz-) tengelyes, esetenként középpontosan szimmetrikus, elnevezésük a felülnézeti alaprajznak, a menetiránynak megfelelően több-kevesebb fantáziával leolvasható latin betű (I, H, Y, O, V, X) vagy szimbólum (+), illetve a légszavarak számának rendszerint görög eredetű megnevezéséből (pl. hexa, octo,) képezhető (25. a) ábra). Léteznek ettől eltérő kialakítások is pl. a 18 légszavaras Volo-copter VC200 (25. b) ábra), vagy a 38 légszavaras Lilium Jet modellek (25. c) ábra), amelyek már elkészültek, repü-



26. ábra. Néhány eVTOL szerkezeti kialakítás merev szárnyval és toló/vonólégszavarral

27. ábra. Néhány eVTOL szerkezeti kialakítás elfordítható toló/vonólégszavarral



lőképesek, gyártásra várnak, és az elkövetkező években kereskedelmi forgalomba kerülhetnek.

Amennyiben az eszközzel a leszállás nélküli hosszabb távú és/vagy nagyobb sebességű repülés a cél, az ilyen UAV-kbe rendszerint járulékosan szárnyat és külön toló- (26. a-c) ábrák) vagy vonólégcsavart is beépítenek (26. d) ábra).

Léteznek olyan szerkezeti kialakítások, ahol elfordítható toló-emelő légcsavart alkalmaznak, amelyet a törzsre (27. a) ábra) vagy a hordfelületekre (25. c) ábra), más megoldásoknál a merevszárnyra elfordíthatóan (27. b) ábra), esetleg az egyenes vagy gyűrűs szárnyra, szárnyba építenek, azzal együtt mozgatva (27. c) és d) ábrák).

Ugyancsak fontos követelmény, hogy a csomag- és teherszállító drónokon kívül, a több személyt befogadó (e) VTOL légi járműveket is lehetőség szerint alkalmassá kell tenni pilóta nélküli (UAV – Unmanned Aerial Vehicle) üzemmódra is.

(Folytatjuk)

A GINOP 2.3.2-15-2016-00007 „A légiközlekedés-biztonsághoz kapcsolódó interdiszciplináris tudományos potenciál növelése és integrálása a nemzetközi kutatás-fejlesztési hálózatba a Nemzeti Közszolgálati Egye-



temen – VOLARE” című projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

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

JEGYZETEK

- 1 Donald Trump még 2017 júniusában jelentette be, hogy az Egyesült Államok kilép a káros anyagok kibocsátását szabályozó párizsi klímaegyezményből, de az ENSZ bonyolult előírásai miatt formálisan az amerikai elnökválasztás másnapján, 2020. november 4-én kezdődött meg az egy évig tartó kilépési folyamat. Joe Biden ezt állította le elnöki rendeletével, így a nemzetközi szabályozás értelmében az USA 30 napon belül ismét a párizsi egyezmény részese lehet. Forrás: <https://qubit.hu/2021/01/21/parizsi-klímaegyezmény-who-keystone-joe-biden-három-legfontosabb-környezetvédelmi-es-egeszseguyi-intezkedese>. (Letöltés időpontja: 2021. 01. 22.)
- 2 A tanulmány III. részének szerkesztése időpontjában a baltimore-i Johns Hopkins Egyetem 2021. január 19-i adatai szerint a világban 95 544 853-ra emelkedett a koronavírus-fertőzöttek, 2 039 947-re a halálos áldozatok és 52 617 324-re a gyógyultak száma. Forrás: https://www.napi.hu/nemzetkozi_gazdasag/koronavirus_megjottek_a_friss_szamok.721675.html. (Letöltés időpontja: 2021. 01. 22.)

Magyarország hadtörténete

II. kötet

2020-ban jelent meg a Zrínyi Kiadó gondozásában a Magyarország hadtörténete sorozat második kötete, amely *Az oszmán hódítás kora, 1526–1718* alcímet viseli. Ezzel teljessé vált a négyrészes könyvsorozat. A korábban megjelent Magyarország hadtörténete kötetek (a megjelenés sorrendjében): III. *Magyarország a Habsburg Monarchiában 1718–1919* (2015), I. *A kezdetektől 1526-ig* (2017), IV. *1919-től napjainkig* (2018).

Jelen kötet az oszmán hódítás korát, az 1526–1718 közötti évek eseményeit dolgozza fel. Azt a korszakot, amelyet „a 150 éves török hódoltság” időszakaként őrzött meg a nemzeti emlékezet. Ez a másfél évszázad bővelkedett hadi eseményekben, ritkán köszöntött nyugodt, békés periódus a magyar alattvalókra. A könyvet lapozgatva a háborúkról, hadmozdulatokról, hadvezérek-ről olvasva kibomlik előttünk a magyar történelem. Végig követhetjük, hogyan vált Magyarország független középhatalomból hosszú évtizedekig két nagy birodalom közötti katonai határvidékké. A pusztulás általános volt: az ország három részre szakadt, a központi területek a folyamatos háborúskodás és a várharok során elnéptelenedtek. Császári zsoldosok, török seregek állomásoztak vagy vonultak fel a hadszíntérré vált országban. Végül a Buda 1686-os visszavételét követő másfél évtizedben a császári (és királyi) korona alatt újra egyesült az ország. Az események sorát a Rákóczi-szabadságharc zárja a kötet. A Mészáros Kálmán szerkesztette kiadványban, a rendkívül izgalmas és színes eseménytörténeten túl, a szerzők bemutatják a hadmozdulatok háttérét is: a haditechnika, a hadügy és a stratégiai környezet változásait, a Habsburg és az Oszmán Birodalom igazgatási rendszerét, az Erdélyi Fejedelemség berendezkedését. Nem hiányoznak a korabeli várépítéset vagy fegyvertörténetet feldolgozó fejezetek sem. A kutatóknak és érdeklődőknek egyaránt értékes hadtörténeti munka bibliográfiával, hely- és személynévmutatókkal segíti az olvasókat. (Sz. A.)



A Zrínyi Kiadónál megjelent, számos térképpel, metszettel, tárgyfotóval illusztrált kemény kötésű könyv terjedelme 612 oldal. 9900 Ft-os áron kapható a könyvesboltokban, illetve közvetlenül a Zrínyi Kiadótól 25%-os helyszíni kedvezménnyel. Cím: 1024 Budapest, Fillér utca 14., (tel.: 06 1-459-5373, e-mail: cinti@hmzrinyi.hu), illetve sok más kiadvány mellett kapható a Zrínyi Kiadó webshopjában is (<https://shop.hmzrinyi.hu/>).

1. ábra. Az irányzó és a segédírányzó harci munkája a Carl-Gustaf M4 típusú hátrasiklás nélküli kézi páncéltörő fegyver töltése során (Fotó: Merckle Bálint)



Zsig Zoltán*

A Carl-Gustaf M4 típusú, többcélú hátrasiklás nélküli reaktív fegyver

Az eszközt Svédországban eredetileg harcokocsik és páncélozott járművek leküzdésére fejlesztették ki, de az első példányok harctéri sikerei újabb és újabb változtatásokra ösztönözték a tervezőket, hogy a fegyver megfeleljen az egyre bonyolultabb követelményeknek, és így más jellegű célok elleni harcra is alkalmassá váljon. A fegyverrendszer hatékonyságát, harci alkalmazhatóságát számos háborúban demonstrálta éles körülmények között is, így a lövészalakulatok és a különleges műveleti csoportok katonái olyan eszközökhöz jutottak, amelyek „a harcterek mindenekéért” valóban többcélú eszköznek bizonyult. [1] Ennek köszönhető, hogy még napjainkban is folyamatosan növekszik azon haderők száma, amelyek rendszeresítik a típust, amelyből eddig 40-nél több ország vásárolt.

A HÁTRASIKLÁS NÉLKÜLI KÉZI PÁNCÉLTÖRŐ FEGYVEREK

A II. világháború során több haderőben használtak már kézi páncéltörő fegyvereket, amelyek a lövész alegységek katonái számára rövid lőtávolságon önálló páncéltörő képességet biztosítottak az ellenséges harcjárművekkel szemben. A legtöbb esetben rakétameghajtású gránátokat alkalmaztak, a svédek azonban más jellegű fegyverrel kísérleteztek. A hátrasiklás nélküli löveg (angolul: recoilless rifle) koncepcióját vették alapul, amely bizonyos elemeiben a rakétaindító eszközökhöz hasonlít, működési elve azonban jelentősen eltér attól. A fegyverből ugyanis egy módosított tüzérségi löszert lőnek ki. A löszert a töltényűrbe töltik be – amely egyben égőtér is –, de a csófar nincs zárral

ÖSSZEFOGLALÁS: A Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program részeként a Magyar Honvédség 2019-ben Carl-Gustaf M4 típusú hátrasiklás nélküli kézi páncéltörő fegyvereket szerzett be, amelyekkel új képességek birtokába jutottak a katonáink. A svéd hadiipar évtizedek óta gyárt különböző működési elvű, hordozható páncéltörő eszközöket, amelyek egyik legsikeresebb típusa a 84 mm-es Carl-Gustaf M4 többcélú reaktív fegyver.

KULCSSZAVAK: Carl-Gustaf M4, páncéltörő fegyver, Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program, reaktív fegyver

ABSTRACT: As part of the Zrínyi Defence and Armed Forces Development Program, in 2019 the Hungarian Armed Forces procured Carl-Gustaf M4 hand-held recoilless anti-tank weapons, with which our soldiers acquired new capabilities. The Swedish military industry has been manufacturing portable anti-tank devices with different operating principles for decades, one of the most successful types of which is the 84 mm Carl-Gustaf M4 multi-purpose reactive weapon.

KEY WORDS: Carl-Gustaf M4, anti-tank weapon, Zrínyi Defense and Armed Forces Development Program, reactive weapon

* Szakújságíró. ORCID: 0000-0003-2905-8487



lezárva, ahhoz egy belülről szűkülő keresztmetszetű, majd táguló Laval-fúvóka¹ csatlakozik. A gránát hajtótöltete a lövéskor kiég, és a keletkező lőporgázok nem a lövegzárnak, hanem a Laval-fúvóka (a továbbiakban: csőfar) belső falának ütköznek, eközben ugyanakkora erőt fejtenek ki a lövedékre, mint a konfúzion (szűkülő keresztmetszetű rész) és a diffúzion (bővülő keresztmetszetű rész) keresztül a szabadba jutó gázok. A csőben az előre mozgó gránát, és a hátul kiáramló gáztömeg által keltett erők eredője közel egyenlő, vagyis a löveg csőve mozdulatlan marad, így a kezelőjét sem terheli hátralökő erő. [2]

A hátrasiklás nélküli lövegek alkalmazására több ország haderejében is megfogalmaztak távlati elképzeléseket. Az egyes nemzeteknél különböző űrméretű fegyvereket gyártottak, elsősorban páncéltörő feladatokra. 1966-ban hazánkban is hadrendbe állították a szovjet tervezésű SzPG-9D hordozható páncéltörő eszközöket, amelyeket Bulgáriából vásároltak. A '90-es években még használták a légimozgékonyosságú, később gyorsreagálású zászlóaljnál, napjainkra azonban ezt a típusú löveget kivonták a Magyar Honvédség hadrendjéből. [3] A legtöbb ország haderejénél szintén így döntöttek, és a régebbi hátrasiklás nélküli lövegek helyett a kézi, és irányított páncéltörő rakétákat rendszeresítették. A 2011-ben kitört szíriai polgárháborúban azonban felbukkantak az egyszerűen kezelhető hátrasiklás nélküli lövegek, köztük olyan típusok is, amelyek ma már igazán kurióznak számítanak. [11] Az arab ország hadseregének arzenáljában előforduló a különböző hátrasiklás nélküli lövegek, között megtalálható volt a szovjet B-10-es, a már említett SzPG-9-es, a kínai 65-ös típus, az amerikai M40-es, a jugoszláv M60-as, és a brit L6-os.

A CARL-GUSTAF FEJLESZTÉSE

A svéd Bofors gyár szakemberei az 1940-es évek elején elkészítettek egy 20×180 R lőszerrel működő hátrasiklás nélküli kézfegyvert, amelyet kifejezetten a páncélozott járművek leküzdése érdekében fejlesztettek. A Pvg (Pansarvärnsgevär) m/42-es volt az első ilyen elven működő fegyver, amelyet egyetlen katona is hordozhatott. (2. ábra.) 14 kg-os tömegével jóval könnyebb volt, mint az akkor használt páncéltörő puskák, a kis űrméret azonban komolyan behatárolta képességeit. A 20 mm-es acélmagvas lövedék 100 m-es távolságban 40 mm vastagságú acéllemez átütésére volt képes, ami néhány évvel korábban még megfelelő átütőerőt képviselt volna, de a fejlesztés idején már egyre nagyobb védettséggű harckocsikat gyártottak, amelyek ellen hatástalannak bizonyult. Mindössze 1000 példány készült belőle. [4]

A tervezők megkezdtek egy nagyobb űrméretű fegyver fejlesztését, amelyből megfelelő hatású, kumulatív töltetű

2. ábra. Pvg (Pansarvärnsgevär) M42-es hátrasiklás nélküli kézfegyver és lőszerei [4]



3. ábra. Lőkísérlet előkészítése az M48-as hátrasiklás nélküli fegyver egy korai változatával [7]

gránát lőhető ki, és így vastagabb páncélzat átütésére is képes. (3. ábra) A 84 mm belső átmérőjű prototípus 1946-ban készült el. A fejlesztési munkák Harald Jentzen százados, Hugo Abramson és Sigfrid Akselson mérnökök nevéhez fűződnek. A fegyverhez 84×246 mm R lőszer terveztek.

Nem véletlenül választották ezt a kalibert, mert ilyen belső átmérőjű, huzagolt csövű ágyút már gyártottak korábban Svédországban. Az M/1894-06 típusjelű tüzérségi fegyvert erődökben telepítették, több évtizedig álltak hadrendben, a tervezők ezért nem változtattak a jól bevált 84 mm-es űrméreten.

A hadsereg által, az új hátrasiklás nélküli löveggel végzett lőkísérletek meggyőzték a döntéshozókat, így a fegyvert Grg m/48 (Grenatgefär model 1948) típusjelű rendszeresítették. A Carl-Gustaf típusnevet 1958-tól használták. Az elnevezés csak közvetve kapcsolódik X. Károly Gusztáv svéd királyhoz, hiszen a Bofors cég elődje, a Carl Gustaf Stads Gevärsfaktori² (Carl Gustaf Városi Fegyvergyár) volt, amelyet még 1812-ben alapítottak, Eskilstunában. A településnek az uralkodó különleges jogokat adott, emiatt említették sok helyen „a király városának”. [5]

AZ M48 FEGYVER FŐBB JELLEMZŐI

A Carl-Gustaf hátrasiklás nélküli löveg acélból készült, a tömege üresen 14 kg, míg a hosszúsága 1130 mm volt. (4. ábra.) A 84 mm űrméretű huzagolt cső a gránátot forgásra kényszerítette, ilyen módon stabilizálva a röppályán. A gránát a torkolatot 290 m/s sebességgel hagyta el. Ez a sebesség jóval több volt, mint a korabeli kézi páncéltörő rakétáké, hiszen a Bazooka változatok és az RPG-2-es rakétáinak sebessége ennek csak kevesebb, mint a fele volt.

A csövet elhagyva, a lövedék már nem gyorsult tovább, vagyis mint egy tüzérségi gránát repült a röppályán, a célzást ennek megfelelően kellett elvégezni. A hatásos lőtávolságot álló célok esetén 700 m-ben adták meg, mozgó járművek esetén csak 150-400 m távolságból lehetett az eszköz eredményes. A páncélatütő képessége is jóval több volt, mint más kézi páncéltörő fegyvereké, hiszen a kumulatív gránát megolvadó béléséből képződő fémsugár 400 mm-es acéllemezen is képes volt áthatolni. Később a páncéltörő, és egyéb speciális feladatu gránátoknál rakéta-póthajtást is alkalmaztak (RAP – Rocket-Assisted Projectile). Ilyen megoldással a kezdősebesség nem csökken, a hagyo-



4. ábra. Az M48-as töltéséhez a Laval-fúvóka már nyitva van, mögötte a lőszer látható (Forrás: <https://www.redditinc.com/>)

mányos gránátokhoz képest ugyanazt a távolságot a lövedék rövidebb idő alatt teszi meg, vagyis mozgó célok esetén is nő a találat valószínűsége. A rakétahajtómű a pontosságot és a páncélátütést is javította; mivel laposabbá vált a röppálya, a becsapódás szöge jobban közelített az ideális 90°-hoz. A rakétahajtómű a lövést követően a cső torkolatától távolabb indul be, hogy ne veszélyeztesse a kezelőt. [4]

A FEGYVER KEZELÉSE

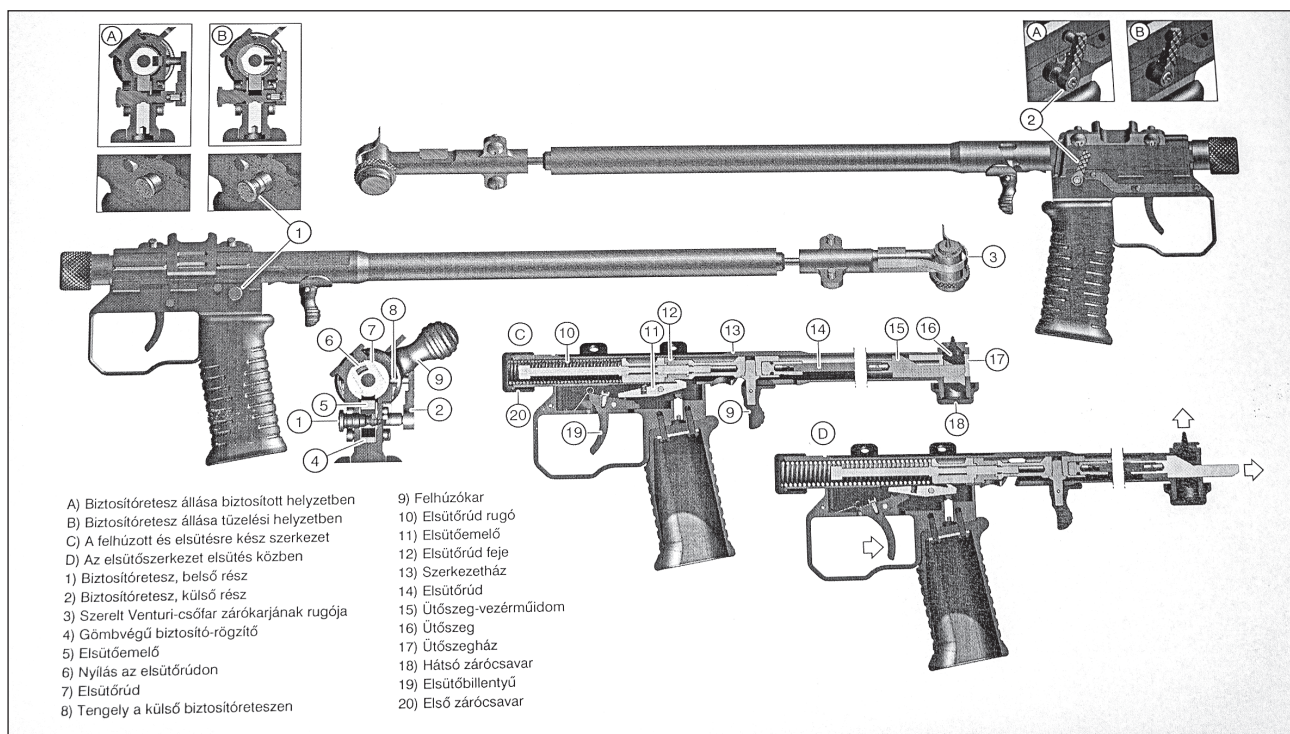
A Carl-Gustaf kezelése, az elmúlt hét évtized során végrehajtott fejlesztések során alapvetően nem változott. A fegyver megfelelő kiszolgálásához két főre van szükség: az irányzó hordozza a csövet, majd a vállára véve elvégzi a célzást és a tűzkiváltást. A segédírányzó (a szakirodalomban irányzóhelyettes) az egységakrományolt (konténerizált) lőszerket viszi magával, és hasonlóan a hagyományos tüzérségi lövegekhez, végrehajtja a töltést.

A töltés előtt a fegyver alsó részén a pisztolymarkolat mögött található felhúzókarral a rugó ellenében mozgó rudat a kezelő előre tolja. A rúd az első vég helyzetben megakad, ezzel az elsütő mechanizmus készen áll a tűzkiváltásra. Ezután a fegyvert bebiztosítva a markolat fölött található biztosítógomb jobbra nyomásával, majd a csőfart kinyitva a lőszer betölthető, és a csőfart visszazárható. A lövést a biztosítógomb balra nyomása után a pisztolymarkolat előtt elhelyezett elsütőbillentyűvel lehet kiváltani. Ekkor az elsütőrúd felszabadul, és hátrafelé indulva a mozgási energiáját mechanikusan átadja a töltényúr alatt található radiális irányban működő ütőszegnek, így az a lőszer hüvelyének oldalán elhelyezett csappantyúra üt. Az alumínium-hüvelyű lőszer talpát egy peremen felfekvő műanyag lemez zárja le, amely a tüzeléskor átszakad. A lövést követően az üres hüvelyt a csőfart nyitásával el kell távolítani. Az ürítést egy mechanizmus könnyíti meg, amelynek során a hüvely a csőfart zárókarjának segítségével részlegesen kihúzható a csőből. (5. ábra.)

A csövön helyezkedik el a mellső markolat, a válltámasz, valamint az állítható állványzat is, amely segítségével a fegyver tüzelés közben a földre támasztható. Az állítható állványzat 90°-kal elfordítható, így a fekvő tüzelési helyzetből az irányzó könnyen válthat térdelő, vagy álló testhelyzetre. (6. ábra.) A célzás alapvetően mechanikus irányzókkal történik, de már a korai változatnál megjelentek különböző nagytávú optikai eszközök is. A Carl-Gustaf M4 elődéinek tartozéka volt a hordheveder is, amelynek megtartása mellett, később a cső felső részén hordfogantyút alakítottak ki.

A segédírányzó katona fontos szerepet játszik a harcterület, és különösen a fegyver mögötti terület folyamatos figyelésében, új cél kiválasztásában, és egyben saját gépkarabélyával biztosítja társa tevékenységét. Egy fő is elegendő a fegyver kezeléséhez, ilyen esetben azonban a töltés bonyolultabb és hosszabb időt vesz igénybe, hiszen ehhez a kezelőnek le kell vennie a fegyvert a válláról. Összeszkott kezelőszemélyzet akár 6-10 célzott lövést is leadhat 1 perc alatt.

5. ábra. A 84 mm-es Carl-Gustaf M4 elsütőszerkezetének felépítése [18]





6. ábra. A 84 mm-es Carl-Gustaf M4 állványzatra helyezve (Fotó: Merckle Bálint)

A Carl-Gustaf fegyverrendszer működési elve miatt a fegyver mögött jelentős az égégázok kiáramlása, így a személyi sérülések és anyagi károk elkerülése érdekében a csőfartól 60 m-es távolságban, 45°-os nyílásszögű területen fokozott figyelmet kell fordítani a fegyver mögötti terület biztonságára. [6]

AZ EXPORTSIKERT KÖVETŐ FEJLESZTÉSEK

A svéd Bofors gyár hordozható fegyvere felkeltette más haderők figyelmét is, amelyek elsősorban a gránát nagy kezdősebessége és lőtávolsága miatt döntöttek a beszerzés mellett. A rakéta-póthajtás nélküli gránátok nagy kezdősebessége lehetővé tette, hogy rövidebb idő alatt érjék el a messzebb található célokat, mint a kézi páncéltörő rakéták. A fegyver páncéltűrő képessége, robusztussága, egyszerű kezelhetősége, a kiképzésre fordítandó rövid időtartam és az eszköz megbízhatósága is mellette szólt.

A fegyvert – kisebb módosításokkal – Carl-Gustaf M2 típusjellel 1964 után kezdték exportra gyártani. Mindössze abban különbözött az M48-as típustól, hogy az acélcsövet megerősítették annak érdekében, hogy a nagy gáznyomást a svédországinál jóval melegebb éghajlaton, így Ausztráliában és Indiában is elviselje, de az eszköz méret- és tömegadatai megegyeztek az előd típuséival. Az M2-es exportcsikereit követően, az eredeti változatra csak visszamenőleg kezdték használni az M1-es típusjelzést. Az M2-est több NATO-tagállamban rendszeresítették, így a szövetségi rendszer egyik elfogadott fegyverévé vált. A Carl-Gustafot a külföldi felhasználók sok esetben külön típusjellel, típusnévvel látták el.

Néhány évvel később kisebb változtatásokat végeztek a fegyveren. Ennek nyomán gyártották az M2-550-es altípust, amely minden lényeges paraméterében megegyezett

7. ábra. A lengyel hadsereg M3-asa egy magyarországi gyakorlaton (Fotó: Zsig Zoltán)



az M2-essel, de ehhez a változathoz már csatlakoztatható volt egy lézertáv mérős célzókészülék is. Az azóta eltelt évek során – az újonnan felmerült igények miatt –, több lépcsőben jelentős módosításokat végeztek a fegyveren. Elsősorban méretének és tömegének csökkentését tartották szem előtt. A katonák kisebb méretű és tömegű fegyverre tartottak igényt, amelyet könnyebb gyalogmenet, futás, és harc közben hordozni. 1991-ben bemutatták az M3-as változatot, amely üvegszálerősítésű műanyag borítást kapott, így az acélcső vastagságát jelentősen csökkenthették, egyes pontokon mindössze 0,4 mm-re. Bizonyos helyeken alumíniumot is alkalmaztak, amely miatt a fegyver tömege 10 kg-ra csökkent. A cső hosszát szintén redukálták, az 1065 mm-es érték némileg rövidebb lett az eredeti változat méretéhez képest.

Az M3-ast a svédeknel m/65-ös típusjelzéssel rendszeresítették, de sok más ország is megrendelte (7. ábra). Az Amerikai Egyesült Államok haderejénél az M3 MAAWS (Multirole Anti-Armor, Antipersonel Weapon System – többcélú páncéltörő és élőerő elleni fegyverrendszer) néven állították hadrendbe. Az afganisztáni háborúban, az AT4-es helyett – jóval nagyobb lőtávolsága miatt – egyre több példányt alkalmaztak. [7] [8] [12] [13]

A LEGÚJABB, M4-ES VÁLTOZAT

A gyártó Bofors cég sok átalakításon ment keresztül az elmúlt évtizedekben. A hátrasiklás nélküli löveget előállító részleg 1999-ben a SAAB-hoz került. A Carl-Gustaf régi felhasználóitól újabb igény érkezett a fegyver méretének további csökkentésére, így már a SAAB Bofors Dynamics mérnökei egy még rövidebb és könnyebb változat kialakításán kezdtek dolgozni.

A Carl-Gustaf legújabb változatát, az M4-est 2014-ben mutatták be. Az M48-as 14 kg-os tömegéhez képest igazán figyelemre méltó az elért tömegcsökkenés, hiszen a fegyver tömege üresen mindössze 6,6 kg lett – vagyis kevesebb, mint a fele az eredeti Carl-Gustafnak – még az irányzékkal és az állvánnyal sem több 7 kg-nál. Mindezt úgy érték el, hogy az acélt gyakorlatilag teljesen mellőzték a konstrukcióból, a 24 huzaggal ellátott cső bélése, valamint a csőfar titánból készült. A hosszirányú terhelést a titánötvetet viseli, ám a sugár irányú terheléseket a cső ragasztott karbonszálal borítás veszi fel. Az M4-es az M3-ashoz képest is rövidebb lett, a különböző források ezt az adatot 950–990 mm közötti értékben adják meg. A gyártó nem közli a pontos méretet, azonban hangsúlyozza az 1 m-nél csekélyebb hosszúságot. [15] Az USA szárazföldi erejénél és a tengerészgyalogságánál az új változatot M3E1 jelzéssel állították hadrendbe. (1. táblázat) A kisebb és könnyebb Carl-Gustaf a korábbi változatoknál sokkal alkalmasabb a városi környezetben végrehajtott tevékenységre, és a harcjárművek belsejében is kevesebb helyet foglal el, így a személyzet számára egyszerűbb lehet a ki- és beszállás. Az új anyagok alkalmazása az élettartamra is

1. táblázat. A Carl-Gustaf változatok méret- és tömegadatainak összehasonlítása*

Típusváltozat	Hosszúság	Tömeg
Grg m/48 (M1), M2	1130 mm	14 kg
M3	1065 mm	10 kg
M3E1, M4	950-990 mm	6,6 kg

* (A szerző szerkesztése a [7] alapján)



8. ábra. A Carl-Gustaf M4 hordhelyzetben [16]

kedvezően hatott, a csőfar például a korábbi változatnál 500 lövést viselt el, míg a legújabb változatnál – a titán alkalmazásának köszönhetően – már 1000-et. Az üzemeltetők az esedékes karbantartásokat, alkatrészcsereket beépített lövésszámláló értékei alapján ütemezhetik. Ez az eszköz csak a teljes töltettel végrehajtott lövéseket számolja, más esetben (például ürméret alatti gyakorló lőszer alkalmazásakor) nem számol. A lövésszámlálóhoz és a tűzvezető rendszerhez is csatlakoztatható táblagép, kezelői, valamint fegyvermesteri szinten lehetővé teszi a rögzített adatok kiolvasását. Az eszköz kialakítását az ergonomiai követelményeknek megfelelően szintén javították, állítható markolatot és válltámaszt kapott, az irányzékhoz pedig sisakot, és fülhallgatót viselve is hozzá lehet férni. Az M4-es – ahogy a korábbi változat is – manuálisan (is) biztosítható, tehát töltött állapotban is hordozható. (8. ábra.) Kivétel jelentenek az Illum545, Illum545B és Smoke469 lőszer, amelyeknél a töltött állapotban történő szállítás egyértelműen tilos. A gránátok célba juttatása érdekében, a Carl-Gustaf csővéhez – a gyártó kínálatában – továbbra is rendelkezésre áll a hagyományos mechanikus irányzék, mint másodlagos eszköz. A Picatinny-sín lehetővé teszi az irányzékok széles választékának alkalmazását. A standardnek tekinthető Telescopic Sight 557B elsődleges optikai irányzék helyett, különböző nagyítással rendelkező optikai eszközök szerelhetők fel. Ugyanez vonatkozik a vöröspontos irányzékok, az infravörös berendezések, valamint a hőkamerák alkalmazására is. [8]

OKOSFEGYVER

A SAAB a Carl-Gustaf M4-est marketingjében már okosfegyverként hirdeti. Elsőként a szintén svéd Aimpoint cég FCS12-es intelligens berendezése miatt tartották jogosnak ezt a megnevezést. Azóta egy még modernebb változat, az FCS13RE termék is elérhető az eszközkhöz, amely egy miniaturizált tűzvezető rendszer (Fire Control System). A gyártó többféle fegyverhez kínálja rendszerét, a menüpontok között beállítható, amikor a Carl-Gustaf M4-re



9. ábra. Az FCS13RE miniaturizált tűzvezető rendszer a Carl-Gustaf M4 fejeven (Fotó: Merckle Bálint)

szerelik fel. Az Aimpoint FCS13RE vízálló, kis mérete, valamint tömege miatt nem zavarja a kezelőt a fegyver hordozásában. Felszerelése az elsődleges irányzék helyére történhet. Az alumíniumháza épített rendszer hosszúsága 170 mm, szélessége 76 mm, magassága 157 mm. (9. ábra.) A tömege, a működéshez szükséges 6 db AA típusú elemmel együtt 1,6 kg. Mivel az eszköz kompatibilis az infravörös éjjellátó berendezésekkel, ezért sötétben is használható. Beépített lézeres távolságmérővel rendelkezik. A nagy valószínűségű találathoz a cél távolsága az egyik legfontosabb adat, de a műszer emellett a többi információt (pl. a betöltött lőszer típusát és hőmérsékletét) szintén feldolgozza. Mindezek alapján a rendszer a reflexüvegre vetített vörös ponttal mutatja meg a kezelőnek, hogy hova kell céloznia. A számítógép az adott körülményekhez igazodva, az előre beprogramozott 50 különböző ballisztikai algoritmussal dolgozik. Az eszközön számos változó tényező beállítható, pl. megadható a terep dőlésszöge, és a rendszer figyelembe veszi a lőszer hajtótöltetének hőmérsékletét is. Szintén megadható az alkalmazott lőszer típusa, amelyhez igazodva a rendszer kidolgozza a célzás paramétereit. A lőszer állapotának érzékelését végző szenzor a töltényürmél található, amelyhez egy adattovábbító kábel vezet végig az M4-es csővén. A szenzor ezen keresztül kerül kapcsolatba az okos célzóberendezéssel. A kábelezés – amennyiben az alkalmazó nem kíván ilyen típusú célzórendszert alkalmazni a Carl-Gustaf M4-eshez – elhagyható. Az elsütőbillentyű elé egy kétgombos távvezérlő-egységre került, amely lehetővé teszi az irányzó számára, hogy célra tartás közben léptessen az intelligens irányzék menüjében, vagy opciókat válasszon ki. [14]

Az elsődleges irányzék elé szerelhető norvég Vinghøg AS/Rheinmetall Defence KN250 Mk3 berendezés az éjjellátó képesség megteremtésével teszi lehetővé a fegyver éjszakai alkalmazását. [17] [18]

LŐSZEREK, ELTÉRŐ FELADATOKRA

A Carl-Gustaf M4 többfeladatú reaktív fegyver, mert segítségével egymástól jelentősen eltérő célpontok, haditechnikai eszközök, épületek, vagy élőerő ellen is sikeresen alkalmazható, valamint harctámogató tevékenységre is alkalmas.

Eredetileg páncéltörő feladatokra tervezték, így elsődlegesen kumulatív gránátokat rendszeresítettek hozzá, de az elmúlt évtizedekben számos más működési elvű lőszer is kifejlesztettek, amelyeket különböző célok leküzdésére optimalizáltak. (10. ábra.) A 2,6 és 4,8 kg közötti tömeggel





10. ábra. A Carl-Gustaf M4 84 mm-es fegyverből tüzelhető egyes gránáttípusok [18]

rendelkező gránátok szállításbiztosítóval rendelkeznek, ugyanakkor gumisapkával is védik őket a külső behatásoktól. Robbanótöltetük csak a lövést követően, a csövet elhagyva élesedik. Az élesítéshez a huzagolás okozta forgást és a gránátok gyorsulásából adódó erőhatásokat használják ki. Az élesedési távolság gránátonként változó, változattól függően 5 m és 85 m között van. [7]

HEAT 551 (HIGH EXPLOSIVE ANTI TANK)

A páncélozott célok elleni harcra tervezett megbízható és hatékony kumulatív töltetű gránát a páncélozott járművek kb. 90%-a ellen hatásos mintegy 700 m-es hatótávolságon belül. Alkalmazható betonbunkerek és leszálló légi járművek ellen is. Nagy áthatoló képessége mellett a gránát reszpei is komoly pusztító hatást gyakorolnak a célpont közvetlen közelében lévő eszközökre és személyekre. A rakéta tömege 3,1 kg, a póthajtásnak köszönhetően a röppálya lapos, a cél eléréséig a repülési idő rövid.

HEAT 551C RS (REDUCED SENSITIVITY)

Szintén kumulatív hatású, de csökkentett érzékenyséű gránát, amelynek csúcsán egy rúd található. Ez segít abban, hogy ideális körülmények között alakulhasson ki a kumulatív hatás. A robbanótöltet működésbe lépése után a megolvadó bélésből a plazma állapotú fémsugár átúti a páncélzatot. A gránát rakéta-póthajtással rendelkezik.

HEAT 751

Természetesen a svéd mérnökök figyelmét sem kerülte el az a tény, hogy az utóbbi évtizedekben egyre több országban állítottak hadrendbe reaktív páncélzattal felszerelt harckocsikat. Ezek ellen csak a tandem robbanófejű gránát hatásos. A 84 mm-es, kettős fejrészrel rendelkező HEAT 751-es az első robbanással semlegesíti a reaktív védőelemet (ERA – Explosive Reactive Armour – robbanó reaktív páncél), majd a másodikkal, a főtöltettel a jármű páncélzatát támadja. A kumulatív fej 500 mm-es acéllemezt képes így átútni a reaktív páncélelem mögött. Az össztömege 3,8 kg, ebből 0,4 kg a hajtótöltet, a gránát maga 2,9 kg, amelyből 1,5 kg a robbanótöltet. A csövet elhagyva kis méretű vezérsíkok nyílnak ki a gránátból, de rakéta-póthajtással is rendelkezik.

HEAT 655 CS (CONFINED SPACE)

A Carl-Gustaf hátránya, hogy a lövéskor hátul kiáramló gázok miatt nem, vagy csak korlátozottan alkalmazható zárt helyiségből. Azonban városi környezetben is szükség lehet a fegyverre, ezért fejlesztették ki a 84 mm-es HEAT 655 CS gránátot, amely biztonságosan kilőhető épületek ablakaiból is, erre utal az utolsó két betű (SC:



11. ábra. Egy Carl-Gustaf M3-as fegyverbe HEAT 655 CS löszert töltenek épület ablakából leadott lövést megelőzően [17]

Confined Space – korlátozott hely). (11. ábra.) A löszert hajtótöltete mögött elhelyezett speciális anyag felfogja és csökkenti a kiáramló gázok hatásait. A harci járművek minden típusa ellen bevethető, nagy pusztító erejű, kumulatív robbanófejű felszerelt eszköz, amely például bunkerek, páncélatlan és páncélozott járművek megsemmisítésére is használható. Egy másik speciális technológiai megoldást is alkalmaztak ennél a gránátnál. A robbanótöltet előtti bélés kúp bimetál szerkezetű, vagyis két különböző fémből készült. Az egyik a megszokott módon átégeti a gyári adatok szerint 500 mm-es hengerelt acéllemezt is, a másik pedig a harcjármű belsejében további pusztító hatást fejt ki.

HEDP 502 (HIGH EXPLOSIVE DUAL PURPOSE)

A hagyományos páncéltörő gránátok is képesek behatolni épületekbe, odabent azonban aránylag kevés kárt okoznak. A 84 mm-es, kettős rendeltetésű típust arra fejlesztették ki, hogy a falak között megbúvó ellenséges erők ellen is hatékonyan alkalmazható legyen, de páncélozott járművek leküzdésére is bevethető.

Az eltérő célok leküzdését úgy oldották meg, hogy az adott körülményeknek megfelelően kiválasztva késleltethetik a gyújtást, amelyet egyszerű módon lehet beállítani. A gránát ugyanis két külön csappantyúval rendelkezik, átellenes oldalain egy-egy db található. Az egyik oldalán az azonnali robbanás üzemmódot kiváltó csappantyúnál az angol Impact (becsapódás) szóra utaló I betű, a másik oldalán a Delay (késleltetés) D betű került felfestésre. A gránátot a felfestett jelzés alapján annak megfelelően töltik be a csőbe, amelyik hatására éppen szükség van. Páncélozott jármű esetén a lövedék a becsapódáskor azonnal robban, és 150 mm vastagságú acélt képes átútni. A másik beállítás szerint a gránát épület falához csapódva érzékeli a lassulást, és késleltetve lép működésbe.

ASM 509 (ANTI-STRUCTURES MUNITION)

A gránátot kifejezetten az épületekben megbúvó élőerő leküzdése fejlesztették. Ennél a töltetpusnál is két eltérő gyújtási mód – azonnali, és késleltetett – beállítása lehetséges. Szintén I és D betűk segítik a feladatnak megfelelően a csőbe helyezést. Páncélzat ellen nem alkalmazható, csak falak átütésére képes.

MT 756 (MULTI TARGET)

A több célpont elleni gránát, valójában kifejezetten vastag falú, téglából, betonból készült bunkerek rombolására vetethető be. Ehhez speciális kialakításra volt szükség, így egy

nagy méretű, buborékszerű részt alakítottak ki a gránát csúcsán, ez a fallal történő érintkezéskor felrobban, lyukat üt rajta, majd a fő rész behal, és a második töltet már bent fejt ki puszító hatását. A rakéta-póthajtású gránát a cél méretétől függően 300–600 m-ig hatásos.

HE 441D

Páncélzat nélküli járművek, vagy élőerő ellen alkalmazható gránát, amelynél szintén megválasztható, hogy a gyújtószerkezet becsapódáskor, vagy időzítve robbanjon fel. Az utóbbi módnál a töltés előtt a fejet elforgatva beállítható a kívánt késleltetési idő, így a levegőben robban fel a töltet, a meghatározott távolságban. A gránát 800 db kis méretű fémgolyóval fejt ki puszító hatását. Mivel a becsapódási szög nem releváns, ezért 1200 m-ig hatékonyan alkalmazható.

ADM 401 (AREA DEFENCE MUNITION)

Területvédelmi gránát, amely szabadban lévő, vagyis nem fedezékben megbúvó élőerő ellen alkalmazható. Bevetésével visszaverhető, vagy megállítható egy gyalogsági támadás. A lövedék 1100 db kis méretű nyilat lövell szét nagy területen, ezzel érik el a kívánt hatást. A kiszórást nem robbanóanyag, hanem a hajtóanyag égése során keletkező nagy nyomású gáz végzi el, a gránátnak gyújtószerkezete sincs.

SMOKE 469C

A 84 mm-es SMOKE 469C füstképző gránát számos harcászati szituációban alkalmazható. A különféle bevetési lehetőségek közül kiemelendő az álcázás, a vakítás és a felderítés. A gránátot 1300 m-es távolsáig kilöve, az álcázás füstköd létrehozásával valósul meg. Az ellenség és a saját pozíció között keletkező füst a saját erők támadását, vagy visszavonulását álcázhatja. Felderítés során a csapat más egységeket is támogathat a célpontok kijelölésével. Végül, ha az eszközt közvetlenül a célra irányítják, azzal lehetővé válik az ellenség elvakítása. Az eszköz használata lehetővé teszi az alegységek számára a rövid időn belüli, 10-15 m szélességű füstködfüggőny alkalmazását.

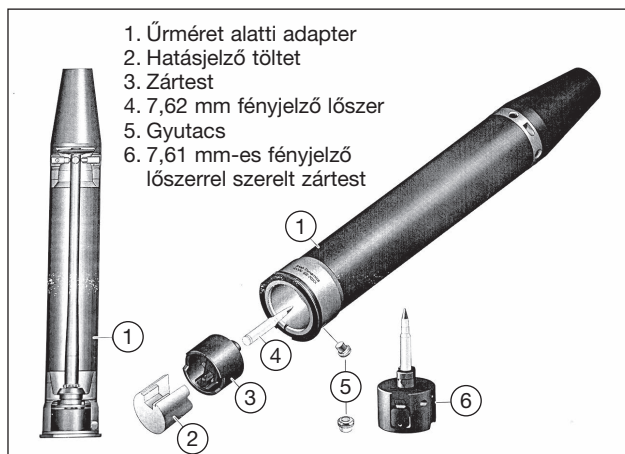
ILLUM 454C

Éjszakai műveletek világító gránát segítségével is támogathatók. A kilőtt és ballisztikus pályán magasba emelkedett gránát a levegőben kis ejtőernyőt nyit, így 5 m/s sebességgel ereszkedve 30 másodpercig 650 000 kandela erősségű fényt bocsát ki, ezzel 4–500 m átmérőjű területet világítva meg. A Carl-Gustaf csövének emelkedési szögétől függően 300–2100 m-ig lőhető ki.

A KIKÉPZÉST SEGÍTŐ ESZKÖZÖK ÉS LŐSZEREK

A fegyver megfelelő kezelésének oktatása éles gránátokkal végzett lövészetek nélkül is elvégezhető, amely ily módon biztonságosabb és gazdaságosabb. Több lehetőség is rendelkezésre áll a helyes célzás gyakorlására. Két betétcső helyezhető el a fegyverben, a 7,62 mm Sub-Calibre 553B (űrméret alatti) típusból 7,62 × 51 mm-es puskalöszert lehet kilőni. (12. ábra.) A típusjel nélküli 20 mm-es Sub Calibre betétcsőből pedig a katonák még nagyobb löszerezet gyakorolhatják a célzást, és a tűzkiváltást.

A hátrasiklás nélküli fegyverből történő gyakorló lövéshez is készítettek különböző löszereket, amelyekkel költ-



12. ábra. Az 553B űrméret alatti gyakorló löszer szerkezeti felépítése [18]

séghatékonyabban végezhető a kiképzés, mint a harci típusokkal.

A TPT 141 (Training Practice Tracer) már „valódi” gránát, amelyre a magyarul a „lőtéri” megnevezést használhatjuk, mivel robbanótöltetet nem tartalmaz. Fényjelzőjének köszönhetően megfigyelhető a röppálya és a becsapódás, ezek alapján ellenőrizhető, mennyire volt helyes a célzás.

A TP 552 (Training Paractice) szintén lőtéri gránát, a fő különbség az, hogy rakétahajtóműve miatt a RAP-löszerek használatának gyakorlására alkalmas.

A SAAB cég Carl-Gustaf WES (Weapon Effect Simulator) néven gyárt egy elektronikus, lézersugárzást kibocsátó berendezést, amely a harc helyzetek élethű szimulálására képes. Az eszközzel virtuális módon sajátítható el a fegyver kezelése.

A FEGYVER ÉRTÉKELÉSE

A svéd gyár szakemberei a fent ismertetett löszerek miatt hirdetik a Carl-Gustaf M4-et sokoldalúbbnak a hasonló tulajdonsággal rendelkező más fegyvereknél. Egyértelműen a többcélú felhasználhatóságot emelik ki, amelynek révén a Carl-Gustaf M4 eltérő jellegű célok leküzdésére vethető be, ráadásul egyes esetekben nagyobb távolságban, mint más, kézi páncéltörő rakétákat. (Az igazság kedvéért megemlítendő, hogy a régi RPG-7-eshez is elérhető már tandem robbanótöltetű, termobárikus, és repeszromboló rakéta.) Kijelenthető, hogy napjainkban más hordozható, reaktív fegyverhez nem tartozik ilyen nagy, eltérő feladatra szánt löszerválaszték. A gyalogos katonák természetesen csak korlátozott mennyiségű gránátot vihetnek magukkal, vagyis fel kell készülniük arra, hogy milyen célokkal kerülhetnek szembe. Amennyiben szállítójárművel utaznak, akkor valóban nagyobb javadalmazást és szélesebb löszerválasztékot mállázhatnak a harc feladatra.

TOVÁBBI FEJLESZTÉSEK

A Carl-Gustaf fejlesztése nem állt meg, napjainkban olyan kísérleteket folytatnak, amelynek nyomán teljesen új kategóriába sorolható lesz a fegyver. A svéd gyártó ugyanis elhatározta, hogy precizitásban még egy fokozattal előrébb lépnek. A SAAB az amerikai Raeython céggel már közösen dolgozik egy félaktív, lézeres irányítású lövedék fejlesztésén. A munkák során komoly eredményeket értek el. Az új



GCGM (Guided Carl-Gustaf Munition) gránátból egy 2019 szeptemberében rendezett éleslövészetben több darabot is kipróbáltak. A svédországi és amerikai lőtereken elvégzett tesztek során az M3E1-es változatú fegyvert állványra szerelték, ebből lőtték ki a gránátokat álló és mozgó célokra, amelyeket sikeresen eltaláltak. A hatásos lőtávolság is megnövekedett, a rakéta póthajtásnak köszönhetően 2000 m-ig képesek a célok megsemmisítésére. A célmegjelölő készüléket a fegyver csővére erősítették. A gránát irányítását rőppályán a késpege alakú vezérsíkok teszik lehetővé, amelyek a csövet elhagyva nyílnak ki. A nyilvánosságra hozott fényképeken a gránát már inkább egy irányított páncéltörő rakétára emlékeztet; mérete és tömege az új vezérlőrendszer és a hajtómű miatt megnövekedett.

További más vezérlési módok kipróbálását is tervezik, így szóba jöhet többek közt az infravörös önirányítás lehetősége is, amely lehetővé teszi a „fire and forget” (tűzelj és felejsd el) módszer alkalmazását. [8] [16]

ÖSSZEGRZÉS

A Carl-Gustaf M4 modell a SAAB korábbi sikerének, az M3-asnak a korszerűsített változata, amelynek speciális kialakítása flexibilitást biztosít a felhasználók számára. Méretét tekintve kisebb, letisztultabb kialakítású, mint elődei. A kisebb méret nemcsak a könnyebb hordozhatóság miatt előnyös, hanem a napjainkban megváltozott hercterek (pl. városi terep) okozta kihívásokra is nyújt megoldást. A kisebb tömeget könnyebb alkatrészek használatával, az acél alkatrészek titánra váltásával és szénszálas megerősítéssel érték el. A fegyver működési rugalmassága és precizitása valóban erőteljes kombináció.

A fegyverrendszer – Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretében történt – beszerzése révén a Magyar Honvédség olyan képességeket szerez, amelyek hozzájárulnak a haderő alapvető modernizációjához, ütközésképtelenségének fokozásához.

HIVATKOZOTT FORRÁSOK

- [1] Nagy István György, Szentesi György. *Arzenál '82* Budapest: Zrínyi, 1982, 150. o.;
- [2] Műszaki leírás a 84 mm-es RCL Carl-Gustaf M4-hez SAAB Dynamics AB 301398794-1. 1. kiadás;
- [3] Gáspár Tibor. „Fejezetek a Fegyverzeti Szolgálat és jogelődjei történetéből IV. rész.” *Katonai Logisztika* 21. évf. 1. sz. (2013.): 88–153 o. http://epa.oszk.hu/02700/02735/00075/pdf/EPA02735_katonai_logisztika_2013_1_088-153.pdf;
- [4] Modern Firearms. „Carl Gustav m/42”, 2010. október 27. <https://modernfirearms.net/en/anti-tank-rifles/sweden-anti-tank-rifles/carl-gustav-m42-eng/>;
- [5] „Carl Gustafs stads gevärsfaktori” *Eskilstuna kommun*. Elérés 2021. január 6. <https://www.eskilstuna.se/uppleva-och-gora/bibliotek-arkiv-och-lokalhistoria/lokalhistoria---eskillskallen/sok-i-arkiv/historiska-artiklar/industrialhistoria/carl-gustafs-stads-gevarsfaktori.html>;
- [6] Military Factory.com „Carl-Gustav M4 (CGM4) Man-Portable, Shoulder-Fired Multi-role Weapon” https://www.militaryfactory.com/smallarms/detail.asp?smallarms_id=976;
- [7] Start. „A Battleground Hero”. Elérés 2021. január 6. <https://www.saab.com/newsroom/stories/2020/april/a-battleground-hero>;

- [8] Beneda Károly Tamás. Repülőgépjárművek elmélete II. 3. Fúvócsövek 3.3. Laval-csővek alkalmazása Akadémiai Kiadó. DOI: 10.1556/9789634542865 Online megjelenés éve: https://mersh.hu/dokumentum/m416rhe2__18 Letöltés: 2020.11.20.;
- [9] Pokorádi László. Áramlástan. Elektronikus jegyzet. Debrecen, 2002 <http://uni-obuda.hu/users/pokoradi.laszlo/aramlastan.pdf>;
- [10] „Ancient U.S. Weapon Makes a Surprise Reappearance in Syria”. *Wired*. Elérés 2021. január 6. <https://www.wired.com/2013/05/ancient-us-weapon-in-syria/>;
- [11] „SVERIGE MALL”. Elérés 2021. január 6. http://www.gotavapen.se/gota/artiklar/rifles_se/pvg/at_rifles_se.htm;
- [12] Modern Firearms. „Carl-Gustaf”, 2010. október 28. <https://modernfirearms.net/en/grenade-launchers/sweden-grenade-launchers/carl-gustaf-eng/>;
- [13] Defense Media Network. „SOCOM Seeks Lighter Carl Gustaf”. Elérés 2021. január 6. <https://www.defensemedianetwork.com/stories/socom-seeks-lighter-carl-gustaf/>;
- [14] „Aimpoint® FCS13RE”. Elérés 2021. január 6. [https://www.aimpoint.com/product/aimpoint-fcs13re/](https://www.aimpoint.com/product/aimpoint-fcs13re/?tx_pxaproductmanager_pi1%5Bcategory_0%5D=13&cHash=97ee71452c7893cef54244d2fa8c0b0b);
- [15] Vinghog KN250 Mk3 Éjjellátó Operating Manuell Rheinmetall P3388E 850-813257 Rev.C.;
- [16] https://www.defenseworld.net/news/27069/Latvia_Estonia_order_Carl_Gustaf_M4_Anti_tank_Weapon_from_Saab#.YBPYIOhKiUI Letöltés: 2020.03.15.;
- [17] Small Arms Defense Journal. THE NEW CARL-GUSTAF M4: LIGHTER-BETTER-SMARTER. <http://www.sadefensejournal.com/wp/the-new-carl-gustaf-m4-lighter-better-smarter/> Letöltés: 2020.03.15.;
- [18] <https://wes.feridajardasti.fun/84mm-rl-heat-round.html> Letöltés: 2021.02.15.

JEGYZETEK

1 Magyarországon a korábbi szakirodalmi forrásokban a „Laval-fúvóka” meghatározást alkalmazták a hátrasiklás nélküli löveg szűkülő-bővülő szekciójának megnevezésekor, míg az angol nyelvű irodalomban a Venturi-cső megnevezés terjedt el. Mindkettő hasonló kialakítású, de a Laval-fúvókánál a kiáramló gázok sebességének felgyorsítása a cél, a legszűkebb átmérőt is ehhez méretezik. Maga a Venturi-cső egy szűkülő csőszakaszból (konfúzorból) és egy bővülő csőszakaszból (diffúzorból) áll. Amikor a Laval-cső körüli környezeti nyomás nem sokkal kisebb a fúvócső bemenő nyomásánál, akkor Venturi-csőként üzemel, vagyis a legszűkebb keresztmetszetig gyorsuló szubszonikus áramlást biztosít, amely a torok után visszalassul, ahogy azt a diffúzoros szakasz diktálja. A torokkeresztmetszeten túl megindul ugyan a szupersonikus expanzió a nyomás csökkenésével, de abban a pillanatban létrejön egy merőleges lökéshullám (először a fúvócsőben), amikor a belőle következő nyomáslefutás éppen a környezetbe történő expanziót hozza létre. [9] [10]

2 A svéd gyár egyes ismétlőpuskáinak és M45-ös típusjelű géppisztolyának szintén a Carl-Gustaf nevet adták, így vált ismertté a külföldi felhasználóknál. Ezért a típusnév félreértésre adhat okot.



1. ábra. A KC-390-es repülőgép aktív önvédelmi rendszere infracsapda szórása (kilövése) közben (Fotó: Embraer Defense and Security)

Nagy László* – Szabó Miklós**

A harcászati légi szállító képesség fejlesztése a Magyar Honvédségben

Bemutakozik a KC-390 Millennium repülőgép

A MAGYAR LÉGIERŐ FEJLESZTÉSI IRÁNYAI

A Magyar Honvédség (továbbiakban: MH) az elmúlt években a haderő átfogó modernizációját határozta el, amelyet a Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Programban (továbbiakban: Zrínyi HHP) megfogalmazottaknak megfelelően meg is kezdett. A technikai fejlesztést a tárca egy humánerőforrás-fejlesztési koncepcióval párhuzamosan ki-

vánja megvalósítani, ugyanakkor a korszerűsítést a haderőnek fejlesztési igényei szerint, a XXI. század követelményeinek megfelelő vezetés-irányítási fejlesztésekkel összhangban hajtja végre. A modernizációs tervek természetesen magukba foglalják a légierő haderőnemi eszközeinek széles spektrumú fejlesztéseit is, a különböző fegyvernemek igényeinek megfelelően. Ennek eredményeként pl. megjelentek hazánkban az új technológiai szintet képviselő

ÖSSZEFOGLALÁS: A Magyar Honvédség az elmúlt években határozottan elkötelezte magát a haderő és a haditechnikai eszközrendszerek fejlesztése terén. Az eszközrendszer korszerűsítése során a légierő hadfelszerelési a prioritási lista élén helyezkednek el, amelyek közül a légi mobilitás – kulcsfontosságú területként a bel- és külföldi műveletek végrehajtásában – a közelmúltban a figyelem középpontjába került. A modern harcászati légi szállító képesség iránti igény kielégítése érdekében, a Magyar Honvédség a Braziliában bejegyzett Embraer repülőgépgyártó céggel 2 db, a kor igényeit maximálisan kielégítő KC-390 típusú repülőgép, valamint az azok üzemeltetésével kapcsolatos szolgáltatások beszerzésére írt alá szerződést. A gépek a tervek szerint 2024-ben jelennek meg az MH hadrendjében. A szerzők tanulmányukban áttekintik a magyar haderő légi szállító képességének történeti hátterét, majd bemutatják a KC-390-es képességeit és a haderőben betöltött szerepét.

KULCSSZAVAK: katonai védelem, modernizáció, harcászati légi szállítás, KC-390

ABSTRACT: The Hungarian Defence Forces in the recent years has shown strong commitment to modernizing its forces including military equipment. Within the equipment modernization air force assets enjoy prime focus among which air mobility, being key enabler for operations both homeland and abroad, is found in the centre of attention recently. Satisfying the need for modern tactical air transport capability Brazilian Embraer Company was awarded a contract to deliver two KC-390 state of the art military transport aircraft and related logistics and training services. The delivery is planned to be completed in 2024. In this essay authors are aiming at introducing the relevance, the expected capabilities and the roles of the newly procured equipment, also giving a little bit of insight of the history of air transport capabilities in Hungarian Defence Forces and its predecessor.

KEY WORDS: military defence, modernization, tactical air transport

* Ezredes, főnök MHP Haderőtervezési Csoportfőnökség Légierő Hadfelszerelési Rendszerek Fejlesztési Főnökség. ORCID: 0000-0002-7831-8639

** Alezredes, főnök helyettes, MHP Haderőtervezési Csoportfőnökség Légierő Hadfelszerelési Rendszerek Fejlesztési Főnökség. ORCID: 0000-0002-5853-2259



szállító repülőgépek, amelyeket jelenleg 2-2 db Airbus A319, valamint Dassault Falcon 7X típus képvisel. Ezen eszközök olyan, már korábban felmerült igényeket szolgálnak ki, amelyekkel az MH ezen a színvonalon nem rendelkezett. A szövetségi vagy nemzetközi kötelezettségvállalásokból adódó feladatok nagy távolságú légi szállítási igényeit, mint pl. a csapatok szállítása, vagy az időről időre felmerülő egészségügyi kiürrítési feladatok, a magyar légierő sokszor csak jelentős kompromisszumok árán, vagy csak részben tudta saját eszközökkel megoldani. A megvásárolt új eszközök ezen lehetőségeket jelentősen kiterjesztették. Mindazonáltal, még ezen modern eszközök sem fedik le teljesen azon katonai légi szállítási igényeket, amelyekre a Magyar Honvédségnek a vállalt ambíciószint teljesítéséhez szüksége van. Ennek érdekében a közelmúltban az MH és a brazil Embraer (Empresa Brasileira de Aeronáutica) repülőgépgyártó cég képviselői szerződést írtak alá, amelynek keretében lehetőség lesz 2 db KC-390 Millennium típusú harcászati szállító repülőgép, valamint a gépek működtetéséhez szükséges logisztikai és kiképzési szolgáltatási csomag beszerzésére.

Amennyiben a beszerzett szállítórepülő-technika – az A319-es, a Falcon 7X, valamint a 2024-ben érkező KC-390-es repülőgépekből álló flotta – összegzett képességeit tekintjük, elmondható, hogy azokkal a MH teljes merevszárnyú légi szállító képesség követelményei mind a civil légtérben, mind pedig hadműveleti területen teljesülnek. Összességében kijelenthető, hogy a kor technikai színvonalát figyelembe véve, a Magyar Honvédség a legmodernebb hadszíntéri szállítórepülőgép képességgel fog rendelkezni.

A tanulmány bemutatja a megvásárolt KC-390 repülőgépek képességeit, valamint, hogy azok hogyan illeszkednek a hazánk honvédelmi és nemzetközi kötelezettségvállalásából adódó feladatrendszerbe.

LÉGI SZÁLLÍTÁS A MAGYAR HADERŐBEN – RÖVID TÖRTÉNELMI ÁTTEKINTÉS

„A NATO-elvek szerinti légierő alkalmazási műveletek egyike a légi szállítás. Egy katonai művelet sikere vagy sikertelensége nagyban függ attól, hogy az alkalmazásra kerülő erők milyen hamar képesek elfoglalni megindulási körleteiket. Ez a gyorsasági (idő) tényező az, amely sok más mellett kiemeli a légi szállító képesség fontosságát és szükségességét. Míg kétségtelenül általában gazdaságosabb szállítani nagy mennyiségű hadianyagot, hadfelszerelést vasúton, úton vagy tengeren, a viszonylag alacsony szállítási sebesség szempontjából ez az alkalmazási lehetőség korlátozó tényező egy hadműveletben, szemben a légi szállítás biztosította gyors bevethetőséggel.” [1]

Az anyagi-technikai eszközök, csapatok szállításának és egyéb célfeladatok végrehajtásának igénye nem újkeletű, egyidős a légi eszközök hadrendben történő megjelenésével. Hogy képet kaphassunk a hazai katonai légi szállító képesség szükségességéről és alakulásáról, érdemes visszatekinteni a II. világháború utáni időszakra. Az első Li-2T típusú¹ szállító repülőgépek 1949 szeptemberében érkeztek meg a kecskeméti katonai repülőtérre, majd ezeket a gépeket a későbbi években több is követte, amelyeket a feladatrendszer, és az alakulatok diszlokációjának változásával több helyszínen is alkalmaztak. Kezdetben ezekkel a gépekkel szállító, légi fényképezési és térképész, valamint célvontató feladatokat láttak el. A későbbiekben, ahogy a flotta létszáma megnőtt, a típus által ellátott feladatok köre is gyarapodott. „A Néphadsereg Li-2-es repülőgépei ejtőernyős „deszant”, személy-, áru- és sebesültszállítási feladatok ellátására voltak felszerelve. Szolnokon a Kilián

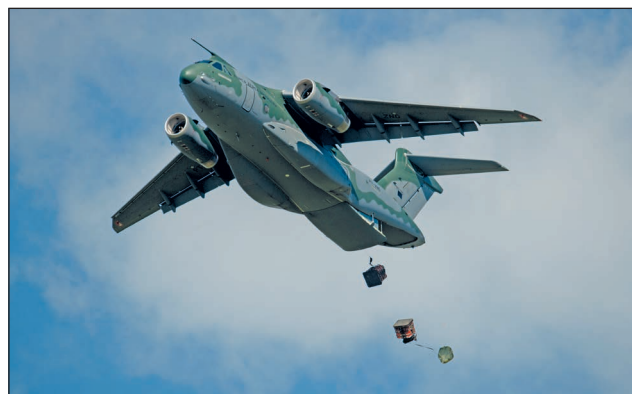
György Repülő Műszaki Főiskola gépének utasterében navigációs és légi megfigyelő hajózó képzés céljára műszeregségeket szereltek fel.” [2] A Li-2P típus megjelenésével – amely kárpitozott utastérrel rendelkezett – olyan eszköz került a haderő birtokába, amellyel a katonai és állami vezetés szállítási feladatait tudták ellátni, amely azt bizonyítja, hogy a ma „VIP-szállításként” ismert feladat már régebben is megjelent a hazai katonai légi szállítási feladatok között. Több átszervezés, és a légieszköz-park modernizációja során jelentős mennyiségű repülőgép került át a Maszovlet (Magyar–Szovjet Polgári Légiforgalmi Rt.), majd a Malév (Magyar Légiközlekedési Vállalat) állományába, míg végül 1975-ben végleg eltűntek a katonai alkalmazásból.

Magyarország az 1950-es évek végén Il-14 típusú repülőgépeket vásárolt a Szovjetuniótól, amelyek közül 2 példány az Országos Légvédelmi Parancsnokság alárendeltségébe került, és 1978-as rendszerből történő kivonásáig teljesített katonai és állami felsővezető-szállítási feladatot. Az egyik gép, a szárnyaiba beépített pót-üzemanyagtartályoknak köszönhetően közbelső leszállás nélkül teljesítette a Budapest–Moszkva távolságot.

A különleges igények kielégítésére – mint pl. rádiófelderítés vagy légi fényképezés – éveken keresztül a Magyar Néphadsereg (MN) rendelkezésére állt néhány nem katonai szervezet által üzemeltetett repülőgép. Ezek közé tartozott egy példány a cseh gyártású L-410-es repülőgépcsaládból. 1987 szeptemberétől, egy beszerzés eredményeként az MN állományába került 2 db L-410-es és 1 db L-410 UVP típusú gép. Az L-410 UVP-t 1996 decemberéig tartották hadrendben, később pedig a másik két repülőgépet is eladta a honvédség. Természetesen az L-410-es flotta is ellátott kisebb szállítási, kiképzési és futár feladatokat, azonban mérete, hatótávolsága, teherbírása és a túlnyomós kabin hiánya miatt nehezen volt beilleszthető az MH igényei szerinti katonai feladatkörökbe.

2020. június 21-én véget ért egy korszak a magyar légierő történetében, amikor az utolsó Magyarországon rendszerben álló, Szovjetunióban tervezett és gyártott Antonov An-26 közepes szállító repülőgép sajtónyilvános keretek között végrehajtotta utolsó repülését. A Magyar Honvédségben az An-26 „Ancsa” név az elmúlt 47 évben egybeforrt a merevszárnyas légi szállító képességgel. A típus első példányai 1974-ben érkeztek a Magyar Néphadsereg alakulatahoz Szentkirályszabadjára, a nem sokkal korábban kivont Li-2-esek pótlására. A gázturbinás hajtóművek, a négyágú légcsavarok és a hátsó teherrámpa egy sor más újítással együtt minőségi ugrást jelentettek az akkori hazai katonai repülésben. Többfunkciós raktere alkalmassá tette

2. ábra. Teherdobás az Embraer KC-390 típusú repülőgép rámpás teherterájtáján keresztül (Fotó: Embraer Defense and Security)



1. táblázat. A katonai légi szállító képességek összehasonlítása 1949–2024 között*

Típus	Személyzet	Maximális hasznos teher	Utazósebesség	Repülési magasság	Hatótávolság	Utazó (fő)
Li-2	4 fő	2,44 t	230 km/h	5800 m (utazómagasság)	2170 km	14–28
Il-14	5 fő	4,800–5,17 t	340 km/h	7400 m (utazómagasság)	1500-1800 km	18–36
L-410	2 fő	1,71 t	265 km/h	4250 m (max.)	1300 km	17–19
An-26	5 fő	5,5 t	440 km/h	7500 m	2550 km	40
KC-390	2-4 fő	23 t	800 km/h	11 000 m (utazómagasság)	2000 km (19,5 t hasznos teherrel)	80

* (A [4, 5, 6, 7, 8] alapján a szerzők szerkesztése)

utasszállításra, de a többféleképpen nyitható hátsó teher-rámpa és a beépített, 1500 kg teherbírású emelőszerkezet használatával akár teherszállításra, légi teherdobásra, vagy ejtőernyős ugratásra is. A típus elődjeként tekinthetünk az An-24V utasszállító repülőgépekre,² amelyekből kettő 1967 és 1992 között teljesített szolgálatot az MN, később az MH állományában. (1. táblázat.)

A fenti visszatekintésből látható, hogy a már modernnek tekinthető hadviselésben is jelentős szerep jut, jutott a szállító repülőgépeknek, és – az „útkereső” feladatok mellett – beazonosíthatók tipikusnak mondható feladatok, valamint az azokhoz tartozó technikai követelmények. A következőkben a tanulmány rendszerezve mutatja be, hogy milyen feladatokat kell és lehet végrehajtani ezzel a repülőgép-kategóriával.

A KATONAI SZÁLLÍTÓ REPÜLŐGÉPEK FELADATRENDSZERE

A katonai légi szállítási feladatok rendkívül széles feladatrendszert fednek le, amelyek több szempontból is csoportosíthatók. Az alkalmazó ország haderejének sajátosságai, és ambíciószintje határozzák meg, hogy mely feladatokra helyez nagyobb hangsúlyt, melyeket határoz meg lehetőségként, amelyekre szükség esetén bizonyos idő alatt fel tud készülni, és melyek azok, amelyekre nincs szüksége, vagy szükség esetén más forrásokból (kétoldalú egyezmények, partnerkapcsolatok vagy képesség bérlése) vesz igénybe.

Ezen feladatok csoportosítása a nemzeti sajátosságoktól is függ. Jellemzően a nagyobb nemzetek doktrinális háttere szabályozza legrészletesebben és legsokoldalúbban a légi szállítás feladatrendszerét. A NATO légiművelti doktrínája³ megkülönböztet hadszíntéren belüli és hadszíntérek közötti szállítást, míg egy másfajta értelmezésben beszélhetünk stratégiai és harcászati légi szállítási műveletekről. [3]

Ezen csoportosítás szerint a stratégiai légi szállítási feladattal szemben támasztott katonai követelmények a következők [3]:

- nagy teherszállítási képesség, úgy tömeg, mint méret tekintetében, beleértve a harci technikai eszközök szállíthatóságát, mint pl. tüzérségi eszközök, páncélozott szállító járművek, tehergépjárművek, könnyű helikopterek;
- személy és/vagy teherszállító képesség;
- nagy hatótávolság (maximális terheléssel minimum 4000 km);
- gyors ki- és berakodási képesség – a teher maximális méretének megfelelő teherterajtók, beépített emelő- és csörlőberendezések a teher mozgására;

- nagy utazósebesség (legalább 850 km/h);
- legyen lehetőség külső függesztmény rögzítésére (kiegészítő üzemanyagtartály);
- működési képesség (fel- és leszállás) tábori repülőtérről (nem szilárd burkolatú, „füves” repülőtérről);
- ejtőernyős deszantolási képesség;
- légi utántöltési képesség/lehetőség;
- a belső tér gyors átalakíthatósága a feladat függvényében (utasszállító változatról teher vagy deszant változatra);
- önvédelmi rendszerek megléte, mint például besugárzásjelző rakéta elleni védelem.

A harcászati légi szállítási műveletekben igénybe veendő repülőgépekkel kapcsolatos követelmények gyakorlatilag csak a távolsági és teherbírás paraméterekben térnek el a fentiekől, azonban látható, hogy megnő annak a jelentősége, hogy a feladatban résztvevő eszköz képes legyen előkészítetlen vagy részben előkészített területen történő alkalmazásra. A követelmények a következők [3]:

- olyan erős, robusztus repülőgép-sárkányszerkezet, amely megfelel a harcászati igénybevételnek;
- rövid fel-, és leszállási képesség (STOL – Short Take Off and Landing, 500-800 m, nem szilárd burkolatú fel- és leszállóhelyről is);
- olyan teherszállítási képesség, amely tömegben és méretben megfelel a hadszíntéri műveletek igényeinek (5-25 t-ig);
- széles teherternyílások és autonóm tehermozgató berendezés, amely az önálló be-, és kirakodást biztosítja;
- gyors átalakíthatóság a harcászati igények függvényében;
- ejtőernyős deszantolási képesség;
- időjárás körülményektől független bevethetőség nappal és éjjel egyaránt;
- stabil repülési képesség kis sebességű tartományban;
- hatósugár 2000–2500 km, és maximális átrepülési távolság 6000 km teljes terheléssel;
- légi utántöltési képesség;
- huzamos üzemeltetési lehetőség repülőtéren kívüli viszonyok között (repülőtéri műszaki üzembentartó állomány nélkül);
- önvédelmi rendszerek megléte, mint például besugárzásjelző berendezés, rakéta elleni védelem.

A NATO-doktrína⁴ a fenti légi szállítási feladatokon kívül megkülönböztet még légi logisztikai műveleteket, amelyek fő jellemzője, hogy közvetlenül nem részei a harcselekménynek. A légi logisztikai művelet célja az erők, eszközök átcsoportosítása, utánpótlás szállítása a műveletek fenn-





3. ábra. A brazil légierő KC-390 típusú repülőgépe egyszerre két vadászpilóta repülőgépet légi utántöltést végez (Fotó: Embraer Defense and Security)

tarthatósága érdekében. A doktrína külön kitér a következő légi műveletekre: személy, illetve teher, repülés közbeni ejtőernyővel történő kijuttatása, valamint az egészségügyi légi kiürítési műveletek, amelyek célja, hogy levegye a terhet a hadszíntéri egészségügyi ellátórendszerrel azok esetekben, amikor azt a célszerűség diktálja. Említést érdemel még a légi utántöltési feladat (annak ellenére, hogy ezt a feladatot nem kizárólag szállító repülőgépek tudják végrehajtani), mivel hadművelleti és stratégiai művelleti összefüggésben jellemzően nagyobb méretű, nagy hatótávolságú repülőgépekre van szükség azok végrehajtásához. (3. ábra)

A szerzők véleménye szerint – bár az említett szabályzat a fentiekben kívül még több tipikus légi művelleti feladatot is felsorol, mint pl. a különleges művelleti feladatok, az elektronikai hadviselés, a légi vezetés-irányítás stb. – a fenti feladatok tekinthetők legjellemzőbbeknek a hazai követelmények és a jelen tanulmány összefüggésében.

A HAZAI KATONAI LÉGI SZÁLLÍTÓ KÉPESSÉG LÉTJOGOSULTSÁGA

Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiája⁵, valamint Nemzeti Katonai Stratégiája⁶ meghatározza hazánk védelmi berendezkedésének alapjait. Ezekből látható, hogy az ország biztonságának garantálása érdekében végrehajtandó feladatok csak az országvédelmi és szövetségesi rendszerhez történő kötődésünk összefüggésében értelmezhetők. Ebből következően haderőnk ambíciószintjét sem lehet csak a szűk országhatárokon belül értelmezni, vannak olyan vállalásaink, amelyekkel a határokon kívül, adott esetben nagyobb távolságra otthonunktól kell hozzájárulni hazánk és környezetének biztonságához. A haderő eszköztárához, az eszköztár összetételének és képességeinek is ezt az ambíciót, vállalt kötelezettséget kell tükröznie. Az MH több külföldi helyszínen lát el feladatot, amely többféle kapcsolatrendszerrel igényel. Ezek egyike a légi szállítási képesség. Akár az európai, akár az azon kívüli missziókkal kapcsolatos feladatok ellátásához szükség van arra, hogy más nemzetek támogatásától függetlenül is képesek legyünk nagy távolságú légi szállítási feladatok végrehajtására. Jelenleg is szolgálnak katonáink Koszovóban, Maliban, Afganisztánban. Voltak, és vannak jövőbeni vállalásaink a balti térségben, és Európa több országában veszünk részt évente különböző gyakorlatokon. Ezek teljesítése egy bizonyos szintű légi szállító kapacitás nélkül lehetetlen. A Zrínyi HHP azt a célt tűzte ki, hogy re-

álisan fenntartható mértékben ezen követelményeket az MH önállóan legyen képes teljesíteni. Ennek érdekében megkezdődött egy olyan repülőgépflootta kialakítása, amely megfelel a XXI. századi technikai követelményeknek, képes együttműködni más szövetséges nemzetek kommunikációs és vezetés-irányítási rendszereivel. A géppark elfogadott a civil légiforgalmi normák szerint is, és a megfelelő biztonság fenntartása mellett gazdaságosan üzemeltethető. A következőkben látható lesz, hogy az újonnan beszerzett KC-390 típusú harcászati szállítórepülőgépek hogyan teszik teljessé azt a képességcsomagot, amelynek felépítését az MH megkezdte az A319 közepes hatótávolságú szállító repülőgépek, valamint a Falcon 7X nagy hatótávolságú futár- és közepes szállító repülőgépek beszerzésével.

KATONAI SZÁLLÍTÓ REPÜLŐGÉP KÉPESSÉG

A szállító repülőgép képesség kialakításának második fázisaként 2 db új, taktikai, katonai szállító repülőgép beszerzésére kerül sor. A jövő alakulását is figyelembe vevő hadművelleti követelmények alapján, az új képességet megjelenítő katonai szállító repülőgépek felépítése, felszereltsége és fokozott manőverező képessége többcélú alkalmazást tesz lehetővé. A légi járművek alkalmasak lesznek szövetségi környezetben, magas kockázatú művelleti területen, éjjel és nappal, sok esetben rossz látási viszonyok között, összetett feladatok végrehajtására, akár részben sérült felszállópályáról, vagy részlegesen előkészített területről. Ezen feladatok keretében a légi járművek

1. hadszíntéri és hadszínterek közötti személy- és teher-szállítást;
2. alacsony és nagy magasságon személy- és teherdeszantolást;
3. légi mozgékony műveletek, különleges műveletek támogatását;
4. légi utántöltést;
5. katasztrófavédelmi feladatokat;
6. egészségügyi légi kiürítést;
7. valamint intenzív ellátást igénylő sérültek légi szállítását képesek végrehajtani.

A képességfejlesztés eredményeként 2020. november 17-én a Magyar Honvédség szerződést kötött a brazil Embraer Defense and Security céggel. A megállapodás keretében 2 db Embraer KC-390 típusú légijármű kerül leszállításra 2024-ben, a gépekhez tartozó földi kiszolgáló eszközökkel, kezdeti alkatrész csomaggal, valamint a ki-



4. ábra. A KC-390-es szerkezeti kialakítása követi a más típusoknál már jól bevált sémát (Fotó: Embraer Defense and Security)

egészítő felszerelésekkel. A hajózó- és repülőműszaki állomány típus-átképzésén túl, a repülőgépek kiszolgálását, üzemeltetését és üzemben tartását – a szerződésbe foglaltak szerint – integrált logisztikai támogatás biztosítja. A repülőgépek megérkezését követően, a gyártó szakembergárdája egy év időtartamban biztosítja a hajózó- és repülőműszaki állomány szakmai ismereteinek elmélyítését.

A KC-390-es szerkezeti kialakítása nem számít meglepőnek, hiszen a felsőszárnyas, T-elrendezésű vezérsíkokkal és hátsó teherrámpával ellátott kialakítás követi a más típusoknál már jól bevált sémát. A gépek össztechnikai üzemideje (15 000 repülési ciklus, vagy 30 000 repült óra, vagy 30 év) igencsak magasnak tekinthető.

A két IAE V2531-E5 gazdaságos üzemeltetést biztosító, nagy kétáramúsági fokkal rendelkező, FADEC⁷ vezérlésű sugárhajtómű (4. ábra) egyenkénti max. 132 kN-os tolóereje normál teherszállítás (pl. légi szállítású rakodólapon) esetén maximum 23 t, míg gépjárművek szállítása során akár 26 t hasznos terhelést tesz lehetővé, amely alaposan meghaladja a hosszított törzsű C-130J-30 Super Hercules 20 t-ás terhelhetőségét. Mindezeket túl a KC-390-es gyorsabb utazósebességgel (800 km/h) és a túlnyomósos teherternek köszönhetően nagyobb utazómagassággal (11 000 m) képes végrehajtani feladatát. A KC-390-es, mint minden „igazi” katonai szállító repülőgép, képes fel- és leszállni betonozott pályák nélküli szükségrepülőtereken, emellett alkalmas extrém, akár sarkvidéki körülmények között végzett repülési feladatok végrehajtására is. A katonai teherszállító repülőgépeknél megszokott módon, a futóműveket (igen rövid, nagy terhelést bíró futóműszárakkal) közvetlenül a géptörzs alá helyezték el. A terepen végzett leszállások során a speciálisan kialakított futómű a főszerep. A Messier Dowty által tervezett és gyártott rendszer tíz keréken osztja el a gép tömegét. A gép hatótávolsága 19,5 t hasznos teher esetén 2000 km, rakomány nélkül akár 6000 km is lehet. A tehertérbe szerelhető üzemanyag-póttartályokkal mindez 7100 km-re kiterjeszhető.⁸

A gép súlyponthelyzetének meghatározásakor figyelembe vették, hogy a bezárt teherrámpán is lehessen terhet rögzíteni. Ezzel együtt a tehertér hosszúsága 18,54 m, nélküle 12,68 m, szélessége 3,45 m, magassága pedig 3,2 m. Teherszállítás tekintetében számos konfigurációra van lehetőség:

- 7 db szabványos méretű légi szállítású rakodólapon, vagy
- 6 db szabványos méretű légi szállítású rakodólapon 36 fővel, vagy
- 2 db szabványos méretű 20 lábás ISO konténer, vagy



5. ábra. A KC-390-es fedélzetén négy sorban, a repülési irányra merőlegesen elhelyezett ülésorokon 80 felfegyverzett katona, vagy 64 ejtőernyős szállítható (Fotó: Embraer Defense and Security)



6. ábra. Teherrámpáról történő ejtőernyős ugrás végrehajtása KC-390-es repülőgép fedélzetéről (Fotó: Embraer Defense and Security)

- 3 db HMMWV méretű terepjáró, vagy
- 1 db LAV-25 méretű páncélozott lövésszállító harcjármű, vagy
- 1 db UH-60 méretű helikopter.

A nehéz terhek rakodása során a nem kívánt mozgást a raktér végén, a rámpa előtt beépített, hidraulikusan kibocsátható támasztó talpak akadályozzák meg.

Csapat szállítási feladat végrehajtása érdekében négy sorban (a repülési irányra merőlegesen elhelyezett ülésorok segítségével) 80 felfegyverzett katona, vagy 64 ejtőernyős helyezhető el. (5. ábra.) Utóbbiak a rámpáról és a tehertér végén két oldalt található ajtón hagyhatják el a gépet. A helytakarékoság miatt az ajtók a tehertér mennyezete felé csúsznak fel, és külső áramlásterelő deflektorok „szélnyélkában” ugorhatnak a katonák. A repülőgép tervezésénél kiemelt szempont volt a rövid fel- és leszállási képesség, illetve stabil repülési tulajdonságok biztosítása alacsony sebességnél, amelyet a réselt fékszárnyakkal értek el. A földközeli, viszonylag kis sebességgel végrehajtható repülések biztosítják a kis magasságú ejtőernyős ugrások végrehajtását, valamint a forgószárnyas légi járművek légi utántöltését. A KC-390-es ehhez nagy méretű, 0–40° között kiteríthető féklapokat kapott, amelyek a szárnyak íveltégének megváltoztatásával az ejtőernyős deszantoláshoz optimális repülési sebességnél is elegendő felhajtóerőt termelnek. A nagy magasságból végrehajtott ugrások érdekében fedélzeti oxigénrendszert alakítottak ki, és az ejtőernyős bekötött ugrások végrehajtásához sodronyhuzalt építettek be. (6. ábra.)



A gépek CHADS⁹ rendszerének segítségével, bármilyen időjárási viszonyok között, precíziós pontossággal lehet a terhet leszállás nélkül a rendeltetési helyére kijuttatni. Ehhez a szállítámspecialistának (loadmaster) egy külön monitor áll a rendelkezésre, amelyen kontrollálni tudja a teherrámpa vezérlését és az elektromotorokkal működtetett görgősört. Mindezt nagymértékben támogatja a fedélzeti radar, amely nemcsak időjárásjelző, hanem térképező funkcióval is rendelkezik annak érdekében, hogy felhőzetlen keresztül is lehetővé váljon a célzott teherdobás.

A válságócokban történő bevetés speciális követelményeket támaszt az önvédelmi képességek terén. Ennek érdekében a repülőgépek önvédelmi rendszerét a legmodernebb technikai megoldások alkalmazásával alakították ki. A passzív önvédelmi rendszer részeként – az üzemanyag-robbanást meggátoló rendszeren túl – a pilótafülke front része fix páncézzal, valamint a kiemelt fontossággal bíró rendszerek (a pilótafülke alsó és hátsó része, az oxigéntartály, a loadmaster munkaállomása, az üzemanyagrendszer központi váltószelép) védelme érdekében – 7,62 mm-es löszer elleni védelmet biztosító – eltávolítható páncézzal szerelhetők fel, amelyek beépítése 2 fő esetben 6 órán belül elvégezhető speciális eszközök nélkül is. Az aktív önvédelmi rendszer magába foglalja a közeledő rakétákra figyelmeztető elektro-optikai berendezést (MAWS¹⁰), a radar- (RWS¹¹) és lézeres besugárzásjelzőt (LWS¹²), valamint az infracsapda-szűrőkazettákat (Chaff & Flare). (1. ábra) A törzsvégen lévő farokkúp alá helyezték el a legkorszerűbb DIRCM¹³ berendezést, amely lézerral vakítja el a gép felé tartó infravörös önirányítású rakétákat.

A KC-390-es légi utántöltő és utántölthető képessége (AAR¹⁴) egy időben, egy repülőgépen teljes rendszerrel valósul meg, amely biztosítja a hajózók számára a jártasság fenntartását, valamint ez várhatóan keresett képesség lesz a régiót tekintve is. A légi utántölthetőség (Receiver Aircraft) koalíciós művelet során jelentősen kiterjeszti a repülőgép hatótávolságát, elsősorban teljes terheléssel történő alkalmazás esetén. Ugyancsak növelhető a hatótávolság az AAR-póttartályok (egyenként 5095 l kapacitás) által biztosított többlet tüzelőanyaggal. Az AAR képesség érdekében a két szárny alá szerelik fel a brit Cobham 912E típusú tölcseres tankoldkonténert (WARP¹⁵). Az egyenként 612 kg tömegű berendezésben 26,5 m kiengedhető tömlő található, amelynek elektromos működtetéséhez a konténer orrán lévő kis légturbina által forgatott generátor biztosítja az energiát. A beépített szivattyú percnként 1500 l átadását teszi lehetővé, amellyel egyidejűleg két harci repülőgép utántöltése végezhető. Fontos képesség, hogy a KC-390-es akár helikopterek számára is adhat át üzemanyagot. Ennek a műveletnek a technikai nehézségét az jelenti, hogy a szállító repülőnek a minimális sebesség közelébe kell lelassulnia, ráadásul nem keletkezhet túl erős turbulencia a gép mögött. Az üzemanyag-utántöltés minél biztonságosabb végrehajtása érdekében az operátor munkáját a beépített kamerarendszer segíti.

Az A319-es szállító repülőgépeken kialakított MEDEVAC¹⁶-képesség növelése érdekében 4 intenzív terápiás egység (ICU¹⁷ vagy PTU¹⁸) kiszolgálását biztosító előbeépítést alakítottak ki. A külön beszerzésre tervezett ICU-egység meg egyezik majd az A319 típusú szállító repülőgépeken alkalmazottal.

A katasztrófavédelmi feladatokban történő részvétel érdekében – elsősorban tömeges légi kiürítés során – a 74 db hordágy és 7 db oxigéntartály rögzítését lehetővé tevő előbeépítés fontos képességet eredményez.

A pilótafülke a XXI. századi követelményeknek megfelelően, a számítógép vezérelte (fly-by-wire) kormányokon



7. ábra. A pilótafülkét a XXI. századi követelményeket kielégítő berendezésekkel, fly-by-wire kormányrendszerrel, digitális szemmagasságú kijelzővel szerelték fel. A műszerek alkalmasak éjjellátó szemüveg használata közben végzett repülésekre is (Fotó: Embraer Defense and Security)

kívül digitális HUD¹⁹-dal (szemmagasságú kijelzővel) felszerelt, s a műszer megvilágítása miatt alkalmas éjszaka (éjjellátó szemüveggel) végzett repülésekre is. A fedélzetre integrált kommunikációs, navigációs és harcászati adatátviteli eszközök teljes mértékben biztosítják a szövetséges műveletekben történő alkalmazhatóságot. Az 5 db nagyméretű, 15"-os képátlójú LCD-kijelzőn történik a repülési, a navigációs és a rendszeradatok megjelenítése. A menüpontok előhívása és egy sor kiválasztási funkció „trackball egérrel” történik. A pilóták ujjakkal egy görgőt mozgatnak, ezzel lehet a képernyőn látható kurzort a kívánt helyre vinni, amely a gép mozgása, rázkódása közben is pontos kiválasztást eredményez. A „fly-by-wire” vezérlés szoftvere kifejezetten a katonai alkalmazást támogatja, egy szigorú ellenőrzési programon keresztül. A repülőgép irányítórendszerének mind a három különböző, egymásra épülő működési szintjét ellenőrizni kell az összes ismert és előállítható repülési körülmény között. Az alapállapot az, amikor a repülőgépbe épített számítógép a hajózók helyett „gondolkodik”, így az összes paramétert (sebesség, a repülőgép bólintási és fordulási szög tartományai) ellenőrzi. Az előre meghatározott határértékeket a pilóta nem lépheti túl az oldalra helyezett joystick-kormány mozgatásával. A második szint során már a határok „puhulnak”, azaz a gép emelkedési és süllyedési szöge, illetve a fordulók végrehajtásának élessége átlépheti a gyári határértékeket a pilóta kormányozdulatára. Végül a harmadik szint során a kormányrendszer működik, de valamennyi védelem kikapcsolt állapotban van, minden a kormányzókat mozgó hajózó személy képességein múlik. A repülőgép irányítását és a repülésbiztonságot segíti, hogy a KC-390-es az egyik legelső repülőgép, amely aktív, elektromos vezérlésű „botkormányokkal” rendelkezik. Itt a hagyományos kormányoszlopokhoz hasonlóan egyszerre mozog mindkét joystick, így elkerülhető, hogy a két pilóta ellentétes kormányozdulatokat tegyen, amelyre több, a közelmúltban történt légi katasztrófa során is volt példa. A kormányok a hagyományos, sodronykötelekre és tolórudakra jellemző erőket „adnak vissza” a pilótáknak, a joystickokat mozgó, apró villanymotoroknak köszönhetően. A pilótafülke monitora teljes mértékben kompatibilis a sisakra szerelt NVG²⁰ éjjellátó készülékekkel; megjeleníthető az infravörös kamerák,

valamint a fedélzeti radar képe. Ugyancsak alkalmas digitális térkép megjelenítésére, amelyek együttesen lehetővé teszik, hogy a gép éjszaka, világítás nélküli repülőtéren, vagy egyenletes, nem szilárd talajon leszálljon. (7. ábra)

Más típusokhoz képest a hidraulikarendszer sokkal kisebb a KC-390-es szállító repülőgépeknél. A kormányfelületek mozgását ugyanis a legkorszerűbb technológiával biztosították. A szóban forgó berendezéseket a mozgó felületeknél helyezték el, amelyekhez nem kell odavezetni a vezérlés tolórúdait vagy sodronyhuzalait, valamint a hidraulika nagynyomású csöveit, hanem csak néhány elektromos kábelt. Az egyenáram az „aktuátorban” található kis motort működteti, amely egy miniatűr hidraulikaszivattyút forgat, és az ezzel termelt nyomás mozgatja a kormányfelületeket, amelyek vezérlése természetesen „fly-by-wire” segítségével történik. Ezzel jelentős tömeget sikerült megtakarítani és a sérülésekkel szembeni ellenálló képesség is javult, amely egy katonai típus esetében fontos tényező.

A költséghatékony üzemeltetés érdekében a repülőgépeken kialakított állapotfigyelő rendszer (OMS²¹) folyamatosan nyomon követi az egyes kiemelt berendezések technikai paramétereit, jelzi a meghibásodásokat, rögzíti és figyelmeztet a karbantartási feladatokra. A repüléseket követően egy speciális szoftver segítségével a rendszer javaslatot tesz a soron következő műszaki munkák elvégzésére. A gyártó által biztosított integrált logisztikai támogatással akár 90%-os, folyamatos rendelkezésre állás biztosítható.

ÖSSZEGRÉS

A tanulmányban összefoglalt történelmi áttekintésből, a szállító repülőgépek történetének és feladatrendszerének összefoglalásából, valamint az újonnan beszerzés alatt álló, a XXI. századi követelményeknek megfelelő új típusú katonai szállító repülőgép képességeinek, főbb paramétereinek leírásából lehetősége nyílt az olvasónak arra, hogy áttekintse, honnan indult az MH modernkori légi szállító képessége, és melyek azok a távlatok, amelyek előttünk állnak. Fontos megjegyezni, hogy bármely beszerzés, technikai modernizáció, amely a légierő feladatrendszerét érinti, meghatározza az elkövetkező közel fél évszázad lehetőségeit. Ennek megfelelően nagy felelősség hárul azokra a döntéshozókra, akik szerepet vállaltak abban a folyamatban, amelyben megszülettek a technikai paraméterekre, képességekre, feladatrendszerre vonatkozó döntések. Országunk biztonságának, valamint az azt garantáló képességeknek a követelményrendszerét magasabb szintű jogi dokumentumok – az Alaptörvény, a Nemzeti Biztonsági Stratégia és a Nemzeti Katonai Stratégia – határozzák meg. A honvédelmi képesség olyan komplex rendszer, amelyben a képesség elemeit alkotó részek mindegyike kölcsönhatásban van a másikkal, az egyik megléte vagy minősége kihát a másikkra.

A szállítórepülőgép-beszerzés során, a jelen típus kiválasztása mellett legfontosabb érv, hogy az eszköz minden tekintetben a jövőt képviseli. A már beszerzett Airbus A319 és Dassault Falcon 7X szállító repülőgépek jelentős mértékben hozzájárulnak a légi szállítási feladatok eredményes végrehajtásához, de a képességkialakítás, csak a katonai szállító repülőgépek beszerzésével válhat teljessé.

Az Embraer KC-390 típusú repülőgépeken a legkorszerűbb technológiai megoldásokkal találkozhatunk. A gépek harcászati-technikai adatai – költséghatékony üzemeltetés mellett – maximálisan biztosítják a szövetségesi környezetben vagy magas kockázatú műveleti területen, éjjel és

nappal, sok esetben rossz látási viszonyok közötti, összetett feladatok végrehajtását, akár részben sérült felszállópályáról, vagy részlegesen előkészített területről. Összességében kijelenthető, hogy a közép-európai régióban, a kor technikai színvonalát figyelembe véve az MH a legmodernebb hadszíntéri szállítórepülőgép-képességgel fog rendelkezni.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Orosz Zoltán, „Repülő és helikopter erők alkalmazásának időszéri kérdései” *Repüléstudományi Közlemények* 20. évf, Különszám (2008. április 11.), elérés: 2021. január 2. http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2008_cikkek/Orosz_Zoltan.pdf;
- [2] Li-2.hu, „A Li-2-es típus a Magyar Néphadseregben,” elérés: 2021. január 2. <http://www.li-2.hu/?modul=html&content=tortenet4>;
- [3] Orosz Zoltán, „Szállítórepülőalkalmazásának aktuális kérdései a magyar honvédség missziós feladat rendszerében” *Repüléstudományi Közlemények* 21, különszám (2009. április 24. Szolnok), elérés: 2021. január 2. http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2009_cikkek/Orosz_Zoltan.pdf;
- [4] *Airplane Flight Manual for the L 410 UVP E20*, letöltve: 2021. január 2. <https://x-plane.hu/L-410/download/L410%20Flight%20Manual.pdf>;
- [5] Szabó József (főszerk.), *Repülési lexikon, 1. kötet*, Budapest: Akadémia Kiadó, 1991;
- [6] David Donald, Jon Lake, *Katonai repülőgépek enciklopédiája*, Pécs. Alexandra, 2002;
- [7] Repülőmúzeum Szolnok, „Liszunov Li-2 „Teve” „Camel””, letöltve: 2021. január 2. <http://www.repulomuzeum.hu/Leltar/Leltarfotok/Li-2.htm>;
- [8] Il-14.hu, „Il-14 műszaki adatok,” letöltve: 2021. január 2. https://www.il-14.hu/?page_id=68.

JEGYZETEK

- 1 A Liszunov Li-2 amerikai licenc alapján a Szovjetunióban gyártott kétmotoros (utas)szállító repülőgép.
- 2 Ezek a repülőgépek nem rendelkeztek teherrámpával, így jellemzően személy, korlátozottan teherszállításra voltak alkalmazhatók.
- 3 Allied Joint Doctrine For Air And Space Operations Ajp-3.3(A.).
- 4 Allied Joint Doctrine For Air And Space Operations Ajp-3.3(A.).
- 5 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról.
- 6 https://2015-2019.kormany.hu/download/a/40/00000/nemzeti_katonai_strategia.pdf.
- 7 Full Authority Digital Electronic Control.
- 8 A gyártó által megadott információk.
- 9 Cargo Handling and Aerial Delivery Control System.
- 10 Missile Approach Warning System.
- 11 Radar Warning Receiver.
- 12 Laser Warning System.
- 13 Directional Infrared Countermeasure.
- 14 Air to Air Refueling.
- 15 Wing Aerial Refueling Pod.
- 16 Medical Evacuation.
- 17 Intensive Care Unit.
- 18 Patient Transport Unit.
- 19 Head-up Display.
- 20 night-vision goggles.
- 21 Onboard Maintenance System.

Nagy Imre*

Felfegyverzett gépjárművek alkalmazása az afrikai és más helyi konfliktusokban

I. rész

Számtalan elnevezés született a felfegyverzett gépjárművekre, amelyeket magyarul nehéz visszaadni. Többek között improvizált harcjárműnek, vagy pl. Afrika egyes részein *battlewagon*-nak és *gun truck*-nak – vagyis harci szekérnek vagy ágyús teherautónak – nevezik, ami a technikai szóincsbeli nehézségeket és a történelmi párhuzamoknak való megfeleltetést egyaránt kifejezi. Bár az amerikai katonai terminológiában létezik hivatalos megnevezésük is: *Non-Standard Tactical Vehicle* (NSTV – vagyis nem szabványos harcászati jármű) vagy praktikusabb rövidítéssel: *Non-Tac.*, a brit hadseregénél a *Weapons Mounted Installation Kit* (WMIK – telepített fegyverhordozó készlet), de legelterjedtebb mindmáig az angol „*technical*” megnevezés maradt.

Szomáliában, a Szíad Barre-rezsim 1991-es összeomlását követő válság kezelésére megjelenő ENSZ-intézmények és segélyszervezetek képviselői helyi biztonsági embereket alkalmazták: az ehhez eufémikusan csak technikai segélyadománynak („*technical assistance grant*”) nevezett pénz miatt a felbérelt fegyveresekre „szakmai tanácsadók”-ként hivatkoztak, míg a csoportok által használt járművekre a „technikai” kifejezés származott át. [1]

Mindenesetre tény, hogy ilyen felfegyverzett járművek korábban is használatban voltak, de népszerűségük növekedése valóban az elmúlt évtizedek helyi konfliktusainak eredménye, és ennek számos oka van.

Előnyeik közt említhető:

- könnyű hozzáférés: bárhol megvásárolhatók az alapjárművek – szállításuk és importjuk nem ütközik szankciókba, többnyire még válságövezetekben is;
- a személyzetet könnyű használatukra, karbantartásukra kiképezni;
- igénytelenség és időállóság: vagyis szerelésük könnyű, az alkatrészek olcsón beszerezhetők, ugyanakkor a fokozott igénybevételt huzamosabb időn keresztül elviselik;
- üzemanyag-fogyasztásuk gazdaságos üzemeltetést eredményez;

- összerék-meghajtásuk miatt jó terepjáró- és akadálylelküzdő képesség, így közúton, városi körülmények közt és „off-road” is kiválóan használhatók;
- átalakításuk kevés hozzáértést és anyagi forrást igényel, új feladatokra is könnyen módosíthatók;
- sokféle fegyverrel felszerelhetők (közepes és nehézgéppuska, légvédelmi géppuska vagy gépágyú, aknavető, hátrasiklás nélküli – HSN – löveg, irányított páncéltörő rakéták, kisebb légvédelmi vagy hajó elleni irányított rakéták, rakéta-sorozatvető, páncéltörő, vagy akár tábori löveg);
- sokoldalú alkalmazhatóság: felderítésre, tűztámogató fegyverhordozó platformként, harcosok, sebesültek és ellátmány szállítására, VIP- és szállítmánykísérésre, járőrözésre, rajtaütések és lesállítások végrehajtására használhatók;
- taktikai előnyeik egyike a nagyfokú mozgékonyaságuk által okozott meglepés, átkarolás, gyors elszakadás, újra csoportosítás és új súlypontképzés lehetősége – ezért gyakorlatilag modern könnyűlovasságként működnek;
- az ilyen harceszközökkel relatíve könnyebb elvegyülni az azonos típusú és hasonló külsejű civil járművek között. Ez a tény nehezzé teheti megfigyelésüket és aggályossá a rájuk történő tűzmegnyitást;
- hatékony, de olcsó eszközökről lévén szó, az ellenségnek mérlegelnie kell, hogy megéri-e ezekre pazarolni jóval nagyobb értékű precíziós fegyverek tűzét;
- fontos státuszszimbólumnak számítanak: a birtokolt mennyiség az adott parancsnok vagy csoport tekintélyét és erejét mutathatja.

Hátrányaik többek között:

- a sebezhetőség, hiszen sokszor nincs páncélvédetségük, vagy csak minimális és gyenge minőségű „házilagosan” készített;
- mozgó járműről nehéz a célzás közvetlen irányzással;
- egyes feltelepített fegyverek veszélyes instabilitást okoznak a jármű és a kezelőszemélyzete számára;

ÖSSZEFOGLALÁS: Az elmúlt 3-4 évtized helyi konfliktusairól szóló híradásokban rendszeresen felbukkannak eredetileg civil használatra gyártott vagy éppen katonai, de más feladatkörű rögtönzött módon páncélozott és/vagy felfegyverzett (leginkább szállító) terepjárók, pick-up járművek, teherautók. Ezek az gépjárművek fontos szereplői Líbiától Afganisztánig, Ukrajnától Jemenig folyó a harcoknak, és Latin-Amerikából is ismertek ilyen példák.

KULCSSZAVAK: felfegyverzett gépjárművek, Nagy Toyota háború, *ghazi* taktika, „Mad Max járművek”

ABSTRACT: Recurrent participants are - in news reports about local conflicts of past 3-4 decades – in improvised way armoured and/or armed all-terrain vehicles, pick-ups, trucks – which were manufactured originally for civil use, or even for military purpose but for other duties (particularly transporters). Their importance could not be underestimated in battles from Lybia to Afghanistan, from Ukraine to Yemen – even from Latin-America are known examples.

KEY WORDS: technicals, Great Toyota war, ghazi tactics, Mad Max vehicles

* Törzsőrmester, MH Altiszti Akadémia Nemzetközi Kiképző Alosztály Counter-IED kiképző altiszt, Nemzeti Közszolgálati Egyetem – Hadtudományi Doktori Iskola doktorandusz, ORCID: 0000-0002-1420-4296

- terepjáró képességük rosszabb, mint a hadseregek lánctalpas eszközei;
- szállítóképességük a fegyverrel és szükséges lőszer mennyiséggel arányosan csökken;
- az alkatrészek az egyes típusok között többnyire nem csereszabatosak – ritka az egységes gépjárműpark a felhasználó csoportok, szervezetek között;
- légi csapásokkal szemben (különösen nyílt térségben) szinte védtelenek;
- jól képzett, felkészült ellenséggel szemben kevésbé bizonyultak hatékonyak.

Míg a kerekes harcjárművekkel szemben támasztott igények a „védetség – szállítási kapacitás – mozgékonyág – tüzerő” szempontjai szerint azonosíthatók, a felfegyverzett járművek esetében főleg a védetség eszterendő csorját. Védetség esetén a ballisztikai (lőfegyverekkel szembeni), aknák (és egyéb robbanószerkezetek) elleni, a kumulatív gránátok elleni és a tömegpusztító fegyverek elleni védelem mellett számításba kell venni a vizuális és akusztikus álcázást, valamint a nem látható tartományban történő észlelhetőség csökkentését. [2] A felfegyverzett járművek harcértéke mégsem lebecsülendő, és az utóbbi időben egyre inkább fokozzák e járművek biztonságát az ellenséges behatásoktól.

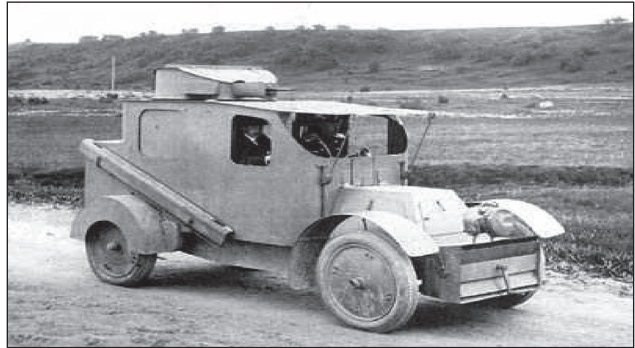
Alkalmazásuk tehát nagyfokú taktikai rugalmasságot tesz lehetővé, miközben a kiképzési és logisztikai kívánalmak csekélyek. Emiatt nemcsak a felkelőcsoportok és gerillaszervezetek használják, de a szerényebb forrásokkal rendelkező államok biztonsági erői, magán biztonsági cégek, valamint egyre inkább saját speciális igényeik szerint a különleges erők is.

A GÉPJÁRMŰVEK FELFEGYVERZÉSÉNEK TÖRTÉNETE

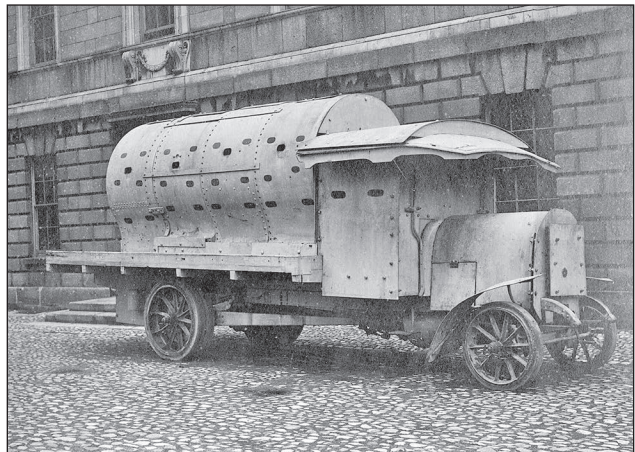
Valójában se nem új, se nem afrikai újításról van szó. Az autómobilok megjelenésével már a XIX. század végén megindult az útkeresés a gépjárművek katonai alkalmazhatósága felé. A kor technikai színvonala és hadikultúrája csak egyes kísérleti darabok (mint amilyen a világ első felfegyverzett és páncélozott járműve, a II. búr háború 1902-es végére elkészülő Simms-féle motoros hadiautó – Motor War Car) megszületését hozta. Simms korábban egy páncélozatlan géppuskahordozó változatot (Simms Motor Scout) is létrehozott. A hajó alakú páncéltesten 2 db körbe forgatható tornyot helyeztek el 1-1 db Maxim géppuskával.

Az orosz Hadügyminisztérium akkoriban fogadta el egy grúz mérnök tervét egy felfegyverzett és páncélozott jármű megalkotására. A gyártáshoz azonban az országban nem volt meg az ipari háttér, ezért a jármű a francia *Charron, Girardot et Voigt (CGV Automitrailleuse)* cégnél épült meg 1902-ben. Az orosz gépkocsit az 1902-es brüsszeli Autómobil és bicikli kiállításon is bemutatták; a közúton 50 km/h sebességre képes járműben a vezető teljesen nyitott helyen ült, mögötte egy kis toronyban – amely 7-8 mm páncélvastagságú volt – egy Hotchkiss géppuskát helyeztek el. Ezt továbbfejlesztették egy teljesen páncélozott változattá (*Charron Armoured Car*, 1. ábra). [3]

Az első világháború kirobbanásakor a hadviselő felek még csak elenyésző számban rendelkeztek felfegyverzett járművekkel. Beillesztésük a gyalogság-lovasság-tüzérség alkotta hármas egységbe, és alkalmazásuk kimunkálása a konzervatív doktrínákban, még nem történhetett meg. Később, a gránátok szaggatta harcmezőkön, az állóháború körülményei között más jellegű harcjárművekre támadt igény. Nagy-Britannia ugyanakkor alkalmazta a törökök elleni harcban a Vickers vagy Lewis géppuskákkal szerelt



1. ábra. Orosz tervezésű, francia gyártású, teljesen páncélozott Charron Armoured Car [7]



2. ábra. A brit kormánycsapatok szükségmegoldása az 1916-os ír felkelés leverésére [6]

Ford T-modelleket (Light Car Patrols – Könnyű Gépjárműves Őrjáratok) Egyiptom, Palesztina és Szíria ritka úthálózatú, ám hatalmas kiterjedésű területén.

1916-ban, a dublini ír függetlenségi felkelés leverésére a brit kormánycsapatok néhány teherautót a vezetőfülkét acéllemezekkel erősítették meg, míg e mögött gőzmozdonyok ún. hosszakazánját helyezték el kivágott valós és felfestett ál-lőrészekkel. (2. ábra.)

Rögtönzött megoldások ezután is születtek a helyi konfliktusokban (például a spanyol polgárháborúban), gyakran tábori körülmények között, a csapatok aktuális igényeinek és adott lehetőségeinek megfelelően, de az újabb világháború is hozott újdonságot. A dunkerque-i katasztrófális fegyveranyag-vesztés és a fenyegető német inváziós veszély miatt születtek újabb egyedi megoldások, mint például a brit *Armadillo* vagy a *Bison*. Az előbbi esetében a vezetőfülkét acéllemezek, a küzdőteret fadesték közé öntött sóderrel védték, és felszerelték Bren géppuskával is. A Bison betonfelépítménnyel(!) rendelkezett, mivel mozgó géppuskafészeknek szánták a könnyűfegyverrel rendelkező német ejtőernyősök ellen. Ugyanígy a kétségbeesett védekezés hívta életre 1941-ben a leningrádi Izsorszk gyár termékét is. 50-70 db ZISz-5 típusú teherautóra, az éppen rendelkezésre álló páncéllemezeket erősítették fel. Védezték a motortere és vezetőfülkéje mellett a platóját – amelyre 45 mm-es tábori ágyút vagy Maxim géppuskát helyeztek el – csak oldalról páncélozták.

A háború utolsó szakaszában, a helyi ellenállók önerőből egy-egy páncélautót is építettek, mint pl. a dán *V-3 Holger Danske* vagy az 1944-es varsói felkelésben szerepet kapó *Kubus*. A dánok a Ford FAA alapjárművet 5 mm páncélzat





3. ábra. Brit mélységi sivatagi csoport (LRDG) járőrfeladaton [9]

mellett egy toronyba szerelt Bren géppuskával látták el, és egy német kollaboráns csoport felszámolására vetették be a felszabadulás napjaiban. A lengyelek 2 hét alatt építették fel egy Chevrolet 157-es alvázára géppuskával és lángszóróval szerelt „harcjárművüket”, amelyet a varsói egyetem területén indított támadásnál alkalmaztak, majd végül hátrahagytak.

Látványos taktikai eredményeket más eszközökkel is elértek. Észak-Afrikában a brit LRDG (*Long Range Desert Group* – mélységi sivatagi csoport) elsődlegesen mélységi felderítésre felfegyverzett, de páncélozatlan Chevrolet és Ford gyártmányokat (3. ábra), míg a SAS (Special Air Service) a Willys MB dzsipeket rajtaütésekre használta a német-olasz erők mögöttes területein.

Ez a nagyfokú mobilitás és rugalmasság már természetes igényként fogalmazódott meg a II. világháború után. Az Egyesült Államokban az M-38 Jeep-et 1960-tól váltotta az M-151 (1/4-ton 4x4 light tactical truck – negyedtonnás könnyű harcászati teherautó, vagy elterjedt nevén a MUTT – Military Utility Tactical Truck – katonai felhasználású harcászati teherautó). Ebből a típusból 106 mm-es HSN-löveggel vagy BGM-71 TOW páncéltörő-rakétával felszerelt verzió is készült (4. ábra), de az A2 FAV (Fast Assault Vehicle – gyors rohamjármű) példányok M2-es Browning géppuskával és Mk19-es gránátvetővel szerelve gördültek ki a gyárból.

A légi szállítású változatok M60-as vagy M240-es géppuska mellett AT-4 rakétavetőcsővel rendelkeztek, és további 8-10 hordozható M72 LAW páncéltörő rakétát vihetek magukkal. A további útkeresés eredményeként, hasonló fegyvervariációkkal az ultrakönnnyű vázas *Buggy*-k voltak hivatottak a gyalogság tűzerejét és mozgékonyosságát növelni az 1980-as években. Az 1991-es öbölháború idejére a hagyományosabb kialakítású, sokoldalúan használható, modulárisan alakítható AM General gyártmány, a HMMWV (High Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle – nagy mozgékonyosságú többcélú kerekes jármű) terjedt el, míg az előbbi kategória a különleges erőknél nyert további létjogosultságot (Desert Patrol Vehicle – sivatagi járőr jármű, majd Light Strike Vehicle – könnyű csapásmérő jármű elnevezéssel).

Nagy-Britannia gyarmati utóvédharcaiban, majd egykori kolóniai támogatásában a Land Rover terepjáró verzióit használta (az ománi harcok idején a sivatagi álcázást jobban szolgáló egyedi rózsaszín festésük miatt Pink Panthernek – Rózsaszín Párducnak – nevezték őket).



4. ábra. M151 TOW rakétával [10]

Ha a felkelőknek sikerült harcjárműveket zsákmányolniuk, azok alacsony darabszáma, és változatos típusai megnehezítették a hatékony harcba vetésüket, és további gondként merült fel a kiképzés, valamint a karbantartás és a logisztikai ellátás. Civil forgalomban elterjedt, így közismert és könnyen hozzáférhető, ugyanakkor olcsó és megbízható terepjárókból, pick-upokból és teherautókból azonban számos gyártmány rendelkezésre állt. A járműveket a csapat- és sebesültszállítás lehetőségén túl, kísérleti jelleggel fegyverhordozó platformokként is alkalmazták. Az 1960-as években már a palesztin harcosok is géppuskával felfegyverzett pick-upokkal rendelkeztek. Az 1975-ben kitört libanoni polgárháborúban a fegyveres frakciók, a széteső hadsereg harcjárművei helyett a szűk utcákon mozgékonyabb és csendesebb platós, civil járműveket használták. A magas épületeken rejtőző mesterlövészek és RPG-s csoportok ellen olykor már páncéllemezekkel védett és légvédelmi géppuskával felfegyverzett, hatékonyabb Toyota Land Cruiser, Dodge, Chevrolet és Land Rover gyártmányokat részesítették előnyben. Tűzérségként 12 csövű, kínai eredetű Type-63-as sorozatvetőket is mobiláá tettek ilyen járművekre szerelve.

Marokkó és Mauritánia ellen ebben az időben folytatta függetlenségi harcát a nyugat-szaharai SPLA, más néven Polisario Front is. A korábbi évszázadokban a gyorsaságra, manőverezésre és meglepésre épülő lovakkal és tevékkel végrehajtott rajtaütéses taktikát (*ghazzi*) a modern idők szellemében spanyol gyártmányú, Algériától kapott Land Roverekkel és levágott tetejű Unimog könnyű teherautókkal alkalmazták. A járművekre itt telepítettek először irányított páncéltörő rakétákat.

1978 februárjában Líbia – az NDK és Egyiptom támogatásával – a belviszályba bekapcsolódva és a területi igényeit is érvényesítve, megkezdte invázióját Csád ellen. Helyi szövetségese, a *Frolinat* (Csádi Muszlim Nemzeti Felszabadítási Front) fegyveresei biztosították a felderítő és gyalogos erőket, amelyeket Tripoli harckocsikkal, nehéztűzérséggel és légierővel támogatott. A csádi kormányzat bukását a francia légierő bevetései akadályozták meg. A '80-as években beérkező amerikai katonai segély Redeye kézi légvédelmi rakétákat és Milan páncéltörő rakétákat tartalmazott, amelyekkel a csádiak részben ellensúlyozni tudták a líbiai anyagi fölényt.

A háború végső szakasza a Nagy Toyota háború (Great Toyota war) néven híresült el, mivel a Toyota Land Cruiserekkel felszerelt nomád csapatok a több évszázados arab/berber/туareg lovas és tevés manővereket alkalmazó „üss és



5. ábra. Az Iszlám Állam terrorszervezet (ISIS) felfegyverzett Toyota gépkocsikkal bevonul Irakba [8]

fuss” akciói hatékonynak bizonyultak a T-55/62-esek és a lassú, metodikus líbiai reakciók ellen. Sőt, az agilis csádiak támadásba mentek át a szétszórta, izolált bázisok ellen. 1987. január 2-án, egy hatalmas távolságú éjszakai menet után konvojukkal Fada 1500 fős helyőrségét lepték meg. Líbia vesztesége 105 db T-55-ös harckocsi, 51 db BMP-1 lövészpáncélos, 781 halálos áldozat és 81 hadifogoly volt. Csád 18 harcost és 3 db járművet veszített. Ez az arány sokkolta a líbiai vezetést, amely mozgósította a tartalékosokat. Az elit Forradalmi Gárda egyes egységei is Észak-Csádba települtek, valamint légi hadműveletekbe kezdtek, amelyek során rendszeresen támadták az ellenség célpontjait. Válaszul a francia légierő az Ouadi Doum-i radar elpusztításával gyakorlatilag hónapokra „megvakította” a líbiai légierőt a térségben. Ez az időszak nagyobb mozgásszabadságot és biztonságot adott a mozgékony csádi erőknek.

Március 22-e éjszakáján a térségben legjelentősebb líbiai bázis, az 5000 fős Wadi Doum helyőrség szenvedett el rajtaütést. A csádi kormánycsapatok a főkapunál áttörve okoztak pusztítást a táborban. Több száz líbiai katona és velük szövetséges helyi harcos esett áldozatul. A felfegyverzett csádi járművek egy része a támaszponton kívülről lőtte ki a fellobbanó tüzek által megvilágított újabb célpontokat. A telepíthető Milan rakétákat azonban valószínűleg csak szállították, mert az indítókonténerüket nem rögzítették a járműre. A meglepett védők közül sokan menekülés közben, a tábor védő szögesdrót-akadályok és aknamezők miatt veszték oda. 11 db L-39 Albatrosz típusú támogató repülőgép és 3 db MI-24 típusú helikopter megsemmisítése mellett a támadók komoly zsákmányt is ejtettek, mint pl. az SA-6 típusú légvédelmi komplexum radarját. Mindezt sikerült 12 jármű és 29 fő veszteség mellett végrehajtaniuk. A csádi veszteségek jobbára abból a téves feltevésekből adódtak, hogy 100 km/h feletti sebességgel ezek a járművek az aknamezőkön is sértetlenül át tudnak kelni. [4]

Több támaszpont kiürítése után, augusztusban végül Líbia saját felfegyverzett terepjáróival és közvetlen légi támogatással újra teret nyert a térségben, de ekkor újabb sokkoló támadás érte a líbiai csapatokat. Ezúttal már saját hátszögében, ahol a Maatan asz-Szarra légibázist szeptember 5-én éjszakai támadás érte. Ennek nyomán 300 fogoly mellett mintegy 1000 főt veszítettek élőerőben, és megsemmisült 32 db repülőeszköz is (MiG-21/23, Szu-22, Mi-24). Ez a csapás már belátható közelségbe hozta a háború végét. [5]

A hidegháború mellékhadszíntereként Angolában, a dél-afrikai és CIA-támogatású UNITA használt ZPU-1-essel és

DShK géppuskákkal szerelt Toyota terepjárókat, illetve M40 HSN-löveggel felszerelt M998 Humwee-kat a Casador (vadász) zászlóaljában. Ezzel próbálta ellensúlyozni a kubai expedíciós erők és az MPLA szovjet harckocsijainak fölényét, de felülkerekedni nem tudott.

1991-ben az öbölháború során az amerikai különleges erők egyes alegységei M2-es géppuskával és Mk19-es gránátvetővel ellátott sivatagi változatú HMMWV-k (Desert Humwee – Dumwee) mellett Land Cruisereket használtak, és igyekeztek a helyi civil járművek között elvegyülni. Az iraki erőknél teherautókra telepített csöves tüzérségi eszközöket alkalmazták.

Igazán ismertté a szomáliai híradások tették ezt a fajta – a felfegyverzett civil járművek alkalmazására épülő – harcmódot. A kormányzat 1991-ben történt összeomlását követően az éhínséggel sújtott országban súlyos beharcok törtek ki. Az anarchikus viszonyok között sem az ENSZ, sem az amerikai erők nem tudtak eligazodni és biztonságos feltételeket teremteni. A klánok tekintélyének, súlyának egyik fokmérőjévé sajátos módon a felfegyverzett terepjárók mennyisége vált, amelyet százas nagyságrendben mértek. ENSZ nyomásra és az amerikai kilövések hatására a hadurak ezek egy részét beszolgáltatták vagy leszerelték. A legtöbb járművet azonban elrejtették, hogy a nemzetközi erők kivonulása után a terepjárókat tovább használhassák. (Emiatt, a 2001-ben bemutatott Sólom végveszélyben című filmben játszódó történettel ellentétben, ilyen eszközök valójában nem kerültek szembe az amerikai rangerekekkel és kommandósokkal az 1993. október 3-án folyó mogadishui harcok során.)

(Folytatjuk)

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Neville, Leigh – Dennis, Peter. 2018. *Technicals – Non-Standard Technical Vehicles from the Great Toyota War to modern Special Forces* 21.o. Oxford, Osprey Publishing Ltd.;
- [2] Gávay György Viktor. 2019. *Kerekes harcjárművek védeltségének vizsgálata és összehasonlító elemzése az elmúlt évtizedek katonai tapasztalatainak és követelményeinek felhasználásával* 16.o. Doktori (PhD) értekezés, NKE Katonai Műszaki Doktori Iskola;
- [3] <http://www.geocities.ws/Pentagon/Quarters/1975/armcar1.htm> Letöltés: 2020.11.30.;
- [4] Mulcaire, Jack. 2014. *The pickup era of warfare* <https://warontherocks.com/2014/02/the-pickup-era-of-warfare> Letöltés: 2020.11.24.;
- [5] Azevedo, Mario Joaquim. 2005. *Roots of Violence: A History of War in Chad*, London, Routledge;
- [6] www.ansionnachfionn.com/2016/03/23/improvised-armour-from-the-british-army-1916-to-the-islamic-state-2016 Letöltés: 2020.12.12.;
- [7] <http://hotcore.info/kareff-0105.html> Letöltés: 2021.01.27.;
- [8] <http://orwellsky.blogspot.com/2019/02/co-dzieje-siez-byymi-bojownikami-isis.html> Letöltés: 2021.01.27.;
- [9] <https://www.historyanswers.co.uk/history-of-war/the-men-who-saved-the-sas-major-ralph-bagnold-and-the-long-range-desert-group> Letöltés: 2020.12.13.;
- [10] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:JEEP_M151_TOW_Missile.jpg.

Vincze Gyula*

Lenyűgöző tüzérő egy könnyű terepjárón

A Rafael Advanced Defense Systems izraeli védelmi vállalat 2019 februárjában videót és képfelvételeket tett közzé a Spike NLOS (Non Line of Sight – nem irányzóvonalas) működési elvű rakéták számára fejlesztett, új moduláris rakétaindító rendszer (a vontatott Spike SPARC rakétaindító továbbfejlesztett változata) kísérleti lövészetéről. [9], [10] Az indítórendszert az amerikai fejlesztésű Tomcar TE6 kiváló terepjáró képességű, alacsony súlypontú, közepes hasmagasságú könnyű hordozójárműre telepítették. (Ez a Spike rakétacsalád 47. indítójármű-változata.) A légi szállítható, háromüléses Tomcar TE6 hordozóváltozaton 180×75 cm-es elülső, és 190×90 cm-es hátsó rakfelületet alakítottak ki a kezelőállomány felszerelése, illetve a rakétaindító rendszer számára. Különlegessége, hogy az új indítórendszert a hordozójármű hátsó rakfelületére csupán hét csavarral rögzítették.

A Spike NLOS egy többcélú, többplatformos, elektrooptikai irányítású, vezeték nélküli képátviteli kapcsolattal rendelkező rakétarendszer, a Spike páncéltörő rakétacsala-

1. ábra. Tomcar TE6 hibrid-elektromos hajtású terepjáróra szerelt 8 indítókonténeres Spike NLOS rakétaindító rendszer [12]



ÖSSZEFOGLALÁS: Az izraeli Rafael Advanced Defense Systems 2019 februárjában nyilvánosságra hozott egy Spike NLOS többcélú, többplatformos elektro-optikai irányítású rakétarendszerhez fejlesztett, új moduláris rakétaindító tesztlövészetéről készült videót. A látóhatáron túli földi célpontok megsemmisítésére képes könnyű hordozójárműre épített, légi szállítható rakétaindító rendszer javítja a szárazföldi kötelékek és a különleges műveleti erők harci képességét.

KULCSSZAVAK: Spike NLOS moduláris rakétaindító rendszer, elektro-optikai irányítású rakéta, vezeték nélküli képátvitel, Tomcar TE6 hibrid-elektromos rakétahordozó-jármű, szárazföldi erők, CH-47 Chinook és CH-53 szállító helikopter, V-22 Osprey billenőrotoros konvertiplán



2. ábra. A Spike NLOS rakétaindító rendszer közeli képe [2]

lád legnagyobb hatótávolságú (25 km) tagja. [1] (Indítási távolsága jóval felülmúlja az orosz Kornet-D páncéltörő rakétarendszerét.) Az irányzó számára sajátos támadási képességet, a látóhatáron túli célok megsemmisítésének képességét nyújtja, ellenséges választűz kockázata nélkül. A 70 kg indulótömegű Spike NLOS-rakéták a célpontok közvetlen támadására, vagy célkoordináta-alapú navigációval történő pusztítására képesek. Mindkét módszerrel lehetséges nagy távolságú rejtett célokra történő precíziós rakétaindítás, illetve a rakétabecsapódás okozta kár mértékének valós idejű értékelése. Fire and forget (tűzelj, és felejtse el) vagy fire and update (tűzelj és frissíts) célkiválasztási üzemmódokban különösen magas a rakéták találati valószínűsége. A GPS-alapú fegyverekkel szemben kevésbé érzékenyek az elektronikai és infravörös zavarásra. A Spike NLOS rakétákat intelligens szenzorral, elektrooptikai multispektrális keresővel látták el, amellyel nappal és éjszaka, időjárástól függetlenül lehetséges a célok figyelése és kiválasztása. [6] A Spike NLOS rakétákat HEAT (High Explosive Anti-Tank – nagy hatóerejű kumulatív), HE/FRAG (High Explosive Fragmentation – robbanórepesz hatású) és HEDP (High Explosive Dual Purpose – kettős hatású) harci fejjel szerelik, és többféle céltípus, köztük harckocsik, páncélozott harcjárművek, tüzérségi eszközök,

ABSTRACT: In February 2019, the Israeli Rafael Advanced Defense Systems released a video of a test shot of a new modular missile launcher developed for the Spike NLOS multi-purpose, multi-platform, electro-optical guided missile system. Built on a light carrier vehicle and capable of destroying ground targets beyond the line of sight, the missile launching system transportable by air will improve the combat capability of ground contingents and special operations forces.

KEY WORDS: Spike NLOS modular missile launching system, electro-optically guided missile, wireless image transmission, Tomcar TE6 hybrid/electric missile carrying vehicle, land forces, CH-47 Chinook and CH-53 transport helicopter, V-22 Osprey tiltrotor convertiplane

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

1. táblázat. A Tomcar TE6 hordozójárműre integrált Spike NLOS rakétaindító rendszer főbb paramétereit*

Az indítórendszer és a rakéták főbb műszaki adatai	
Tényleges hatótávolság	25 km
Indítórendszer tömege	1350 kg
Páncélatűrő képesség	1000 mm homogén páncél
Harci fej típusa	HEAT, HE/FRAG, HEDP
Rakéta hosszúsága	1670 mm
Indítókonténer hosszúsága	1700 mm
Rakéta átmérője	170 mm
Rakéta tömege	70 kg
Repülési sebesség	nincs adat
Zavarás elleni védelem	igen magas
Indításra kész rakéták száma	4 db
Tartalék rakéták száma	4 db
A Tomcar TE6 hordozójármű főbb műszaki adatai	
Össztömeg	1780 kg
Hasznos terhelhetőség	1475 kg
Hosszúság	390 cm
Szélesség	190 cm
Magasság	190 cm
Erőforrás típusa	2,1 literes 4 hengeres turbódízel és 2 db 96 V-os, háromfázisú váltóáramú elektromos motor
Sebességváltómű	ötsebességes automata sebességváltó
Erőátvitel	osztómű választható négykerék-, elsőkerék- vagy hátsókerék-meghajtással; pneumatikus működtetésű első és hátsó differenciálzár
Teljesítmény	120 kW (160 LE)
Csúcssebesség	68 km/h
Hatótávolság	hibrid üzemben 1000 km, csak elektromos üzemben 10-40 km
Akkumulátor	100-230 Ah kapacitású LiFePo ₄ /NMC típusú akkumulátor
Gumiabroncs	ATLTMT 245/75 R 16

* (A szerző szerkesztése, a [2] és a [11] alapján)

légvédelmi rakéták, bunkerek, valamint élőerő elleni támadásra használják. A Spike NLOS műhold vagy UAV segítségével vezérelhető, de képes célkoordináták fogadására a C4I (Command, Control, Communications, Computers & Intelligence – vezetéki, irányítási, híradó, informatikai és felderítő) rendszerektől is, amely képesség jelentősen bővíti a harci alkalmazás lehetőségét. [6]

Az NLOS-képesség nagymértékben segíti a hatékony célkiválasztást és célmegsemmisítést, alkalmazásával az irányzó vezeték nélküli videojelátviteli kapcsolaton keresz-



3. ábra. Spike NLOS rakétaindítás Tomcar TE6 könnyű hordozójárműről [7]

tül nem konkrét célt, hanem célkörzetet választ. A rakéta az indítást követően önrá vezetéssel repül a célterület irányába, amelyhez közeledve az irányzó a keresőkamera valósidejű képei alapján – a célpontok közötti váltás és a feladat megszakításának lehetősége mellett – kiválasztja a konkrét célt, amelyre a rakéta „önrá vezeti magát” és becsapódik.

A tesztelvésezetre sivatagi körülmények között a Rafael cég Shedma teszthelyén, a Negev sivatagban került sor. (3., 4. és 5. ábra.) [5] Online hírportálok szűkszavú beszámolóit szerint a tesztvideó 8 db ötödik generációs SPIKE NLOS rakéta 25 km feletti távolságra történő, GPS-navigáció nélküli indítását mutatta be különböző (nagyon alacsony és nagyon magas) irányítási szögterományokban, különféle földi célpontokra. Orosz forrás szerint 30 km távolságú célra történő sikeres indítás is történt. [3] (Izrael számára a nagy hatótávolság és a nagy találati pontosság különösen fontos tényezőkké vált a szíriai, libanoni és a gázai övezetben folytatott harcok tapasztalatai alapján.)

A rövid idő alatt harcckész állapotba helyezhető, 1350 kg tömegű, 8 indítókonténeres moduláris indítórendszert 4 db tüzckész és 4 db tartalék rakétával szerelve tesztelték. [4], [7], [8], [10] Az Izraelben Tamuz-5 néven ismert rakétákat az 1475 kg hasznos terhelhetőségű hibrid-elektromos (2,1 l-es, négyhengeres turbódízel, és 2 db extrém csendes elektromos) motorral épített, Tomcar TE6 hordozójárműről indították. (A 120 kW motorteljesítményű hordozójármű hatósugara eléri az 1000 km-t, csak elektromos erőforrással a 10-40 km-t.) Az új rakétaindító verziót 2 db leszerelhető vezérlőpanellel is ellátták, lehetőséget biztosítva a parancsnok és az irányzó számára a rakéták maximum 500 m távolságból történő távvezérlésére. (Ez a képesség növeli a kezelők túlélési esélyét, mivel lehetővé teszi épületből, fedezékből, vagy egyszerűen csak az indítási helytől jóval távolabbról történő rakétaindítást).

A Rafael cég úgy fejlesztette ki az új Spike NLOS rakétaindítót, hogy az más könnyű járműplatformokra, például a Hummerre, a Land Roverre, a Flyer72 GMV-1.1-esre, vagy akár a Magyar Honvédségben is rendszeresített Polaris MRZR-4-esre is adaptálható legyen. [2]

4. ábra. A célpont megközelítése (Forrás: Raphael Advanced Combat Systems Ltd.)





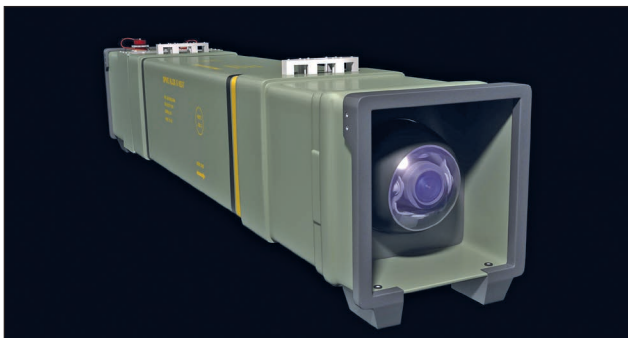
5. ábra. Célba csapódás (Forrás: Raphael Advanced Combat Systems Ltd.)

Kis mérete és alacsony tömege alapján az új Spike NLOS indítórendszer a szállító repülőgépek mellett a CH-47 Chinook és CH-53 Sea Stallion szállítóhelikopter, vagy a V22 Osprey billenőrotoros konverziplán rakterében is (háromfős kezelőállománnyal együtt) szállítható, vagy függesztvényként kijuttatható műveleti területre, az ellenség mélységébe. [1], [5] (A V-22 Osprey billenőrotoros konverziplán egyszerre rendelkezik VTOL¹ és STOL² képességekkel. A gépet olyan feladatokra tervezték, amelyeknél egyszerre van szükség egy hagyományos helikopter és egy nagy hatótávolságú és nagy sebességű turbólégcsavaros repülőgép bevezetőségére.) A V-22-esben történő szállítás során a rakétaindítót a hordozójárműről leszerelik, majd kirakáskor visszaépítik. A különleges műveleti erők ilyesfajta, helikopterekkel való kiszállítási módja az utóbbi években erősen felértékelődött, mivel a szállító repülőgépekkel szemben a kirakás nem igényel előkészített leszálló, illetve kirakó helyet.

A kísérleti lövészet végrehajtásáról a szakportálok szerint az új nagy hatótávolságú indítórendszerrel a szárazföldi csapatok és a különleges műveleti erők képessé váltak arra, hogy mind álló, mind mozgó célpontokra, kis és nagy távolságból egyaránt, GPS-navigációtól függetlenül, nagy találati pontosságot érjenek el. A rakétairányítás rendszere ugyanis független a GPS-től. Az új indítókomplexum kompaktsága, magasfokú manőverező képessége, telepítésének gyorsasága, valamint tűzereje lehetővé teszi a szárazföldi kötelékek tűzérési és légi támogatástól való függőségének csökkentését, és olyan célpontok megsemmisítését, amelyeket hagyományos fegyverekkel nehéz semlegesíteni.

A Rafael Advanced Defense Systems folytatja a Spike NLOS többcélú rakétarendszer gyártását és forgalmazását. Jelenleg Izrael, Azerbajdzsán, Kolumbia, Dél-Korea, a Fülöp-szigetek és az Egyesült Királyság tart Spike NLOS-rendszereket hadrendben, az amerikai hadsereg pedig az orosz Pancir légvédelmi rakétarendszer elleni 2019 augusztusi sikeres tesztek után jelentette be az AH-64 Apache harci helikopterekre való telepítési szándékát. A Rafael 2020 júniusban újabb képeket mutatott be a lengyel hadsereg mobil páncéltörő képességét fejlesztő Ottokar-Brzoza (korábban „Tank Destroyer”) programba

6. ábra. HEAT harci fejvel szerelt Spike NLOS rakéta indítókonténerében [13]



szánt Spike NLOS rakétaindító rendszerről. A 8 indítókonténeres NLOS-változatot a lengyel Polish Conglomerate PGZ-vel együttműködésben a BMP-1, valamint a fejlesztés alatt álló Borsuk lánctalpas gyalogsági, továbbá a Rosomak gumikerekes szállító harcjárművekre integrálnák. A Spike NLOS egyre bővülő funkciója harci részének cserélhetősége, amelynek eredményeként akár hajók ellen is bevezethető.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] IsraelDefense. „Rafael Test-Fires SPIKE NLOS Missiles from Lightweight Launcher” Elérés: 2021. 01. 06. <https://www.israeldefense.co.il/en/node/37367>;
- [2] Tamir Eshel. „RAFAEL Introduces an Airmobile Spike NLOS for Special Ops” Defense-update.com, Feb 4, 2019 Elérés: 2021. 01. 06. https://defense-update.com/20190204_spikenlos-tomcar.html;
- [3] „Видео: в Израиле необычно испытали самую точную ракету” Elérés: 2021. 01. 06. <https://www.vesty.co.il/articles/0,7340,L-5457959,00.html>;
- [4] Oleg Granovsky. Испытания УР «Тамуз-5» с внедорожника «Томкар» Elérés: 2021. 01. 06. <https://olegranovsky.livejournal.com/234928.html>;
- [5] Military Leak. „Rafael Spike NLOS Air Deployable Launcher” Elérés: 2021. 01. 06. <https://militaryleak.com/2019/02/04/rafael-spike-nlos-air-deployable-launcher/>;
- [6] SPIKE NLOS Multi-Purpose Multi-Platform Electro Optical Missile System. <https://www.rafael.co.il/wp-content/uploads/2019/03/Spike-NLOS-1.pdf> (Letöltve: 2021. 01. 06.);
- [7] Octavio Díez Cámara. „Spike NLOS para fuerzas de Operaciones Especiales” www.defensa.com 2019.02.07. Letöltve: 2021. 01. 06. <https://www.defensa.com/industria/spike-nlos-para-fuerzas-operaciones-especiales/>;
- [8] José Ma Navarro Garcia. „Nuevo vehículo ligero con misiles Spike NLOS para operaciones especiales” www.defensa.com 2018.07.11. Elérés: 2021. 01. 06. <https://www.defensa.com/industria/nuevo-vehiculo-ligero-misiles-spike-nlos-para-operaciones/>;
- [9] „RAFAEL INTRODUCES AN AIRMOBILE SPIKE NLOS FOR SPECIAL OPS I MILITARY NEWS 2019 - YouTube”.
- [10] Rafael Advanced Defense Systems. „Rafael releases new video footage of SPIKE NLOS launched from a light buggy” 2019.02.03. <https://www.rafael.co.il/press/press-page/> Letöltés: 2021. 01. 06.;
- [11] Tomcar. TOMCAR – The ultimate tactical vehicle - TE6 Data Sheet. Letöltés: 2021. 01. 06. <https://pyju4b5agl3k2jdl1f6qu9p-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2018/10/TE6-Data-Sheet-.pdf>;
- [12] Tomcar. TOMCAR TE Elérés: 2021. 01. 06. <https://tomcar.com/models/te/>;
- [13] <https://www.artstation.com/artwork/Dx8e9A> Letöltés: 2020.08.19.

JEGYZETEK

- 1 VTOL – Vertical Take-Off and Landing (függőleges fel- és leszállóképesség).
- 2 STOL – Short Take-Off and Landing (rövid kifutású fel- és leszállóképesség).

1. ábra. Az Airbus Helicopters Donauwörth-i gyára napjaiban (Fotó: Airbus)



Czikora Zoltán*

A Donauwörth-i Airbus gyár I. rész

A Magyar Honvédség által a Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretében megrendelt új könnyűhelikoptereket a Donauwörth-ben működő Airbus Helicopters Deutschland GmbH (AHD) gyárban állítják elő. Az északi-sváb térségben található Donauwörth-i ipari telephely jelenleg az AHD központja. A mintegy 7000 alkalmazottal rendelkező Airbus Helicopters a régió legnagyobb munkáltatója, amely több évtizednyi gazdag múltra tekint vissza.

SCHEIDEMANDEL ÉS LOEFFELLAD

A jelenlegi gyár telephelyét – két önálló telket – Emil Scheidemandel 1908-ban vásárolta meg egy helybéli házaspártól. Tervei szerint ezen a helyen egy vulkáni tufa őrlésére alkalmas ipari malmot kívánt felépíteni. (Ezt az anyagot az építőiparban tömítőszerként alkalmazzák a beton tömörségének fokozására.) Az építési munkálatok 1910-ben befejeződtek, és az üzem készen állt a termelésre. Scheidemandel eredetileg úgy tervezte, hogy a kitermelt kőzetet a közeli Amerdingenből vasúton, egy leágazó

iparvágányon keresztül szállítják Donauwörth-be. A terv azonban meghiúsult, így a sziklát a malomtulajdonosnak tehergépjárművel kellett szállítatnia, amely rendkívül költséges megoldás volt, így az üzem csupán rövid ideig működött. A munkások többségét az első világháború kitörése után behívták katonának, majd az állam leállította a malmot, mivel az erőművek által termelt villamos energiára szükség volt egy közelben működő lőporgyár számára. 1916-ban, Scheidemandel halála után rövid időre özvegye vette át a cég vezetését, majd eladta az ingatlant Donauwörth városának, amelyet a város néhány hónappal később továbbadott Emil Loeffelladnak. A stuttgarti szerzőgépgyár tulajdonosa Donauwörth-be költöztette az üzemét. 1919-ben Loeffellad felépítette a gépgyár első épületét és a vasútállomástól a gyárhoz kapcsolt egy iparvágányt. Az 1920-ban átadott gyárban azonban – a megrendelések hiánya miatt –, évekig nem indult el a termelés. 1924-ben végre áttörés történt: az üzem megrendelést kapott a Deutsche Reichsbahn-tól vasúti kocsik puffereinek (az ütközőtárcsa és az alváz között elhelyezkedő alkatrészek) gyártására. Ötéves folyamatos működés után, 1929-ben kitört a gazdasági világválság. Loeffellad 1929

ÖSSZEFOGLALÁS: Donauwörth-ben, a Dunától nyugatra fekvő, egykori mocsaras területen 1908-ban kezdődött az ipari termelés. Napjainkban ezen a helyen működik Európa egyik legjelentősebb helikoptergyára, világszínvonalú karbantartó és oktatóközpontja. Ebben az intézményben az innováció és a fejlesztés a mindennapok része.

KULCSSZAVAK: Donauwörth, francia–német licencprogramok, WMD/SIAT, Messerschmitt-Bölkow-Blohm MBB helikopter, szálás kompozit helikopter-törzs, Eurocopter, NH90, PAH-2/Tiger, H145 helikopterek, AHD, Airbus

ABSTRACT: In 1908, the industrial production began in a swampy area south of the train station and west of the Danube, in Donauwörth. Today, this place has become not only one of the largest helicopter manufacturers in Europe, but also a world-class maintenance and training center where innovation and development are part of everyday life.

KEY WORDS: Donauwörth, WMD/SIAT, Eurocopter, Airbus Helicopters in Germany

* Hadnagy, MH Tartalékképző és Támogató Parancsnokság Logisztikai Igazgatóság Minőségbiztosítási Főnökség. ORCID: 0000-0002-1474-0654





2. ábra. A WMD-ben gyártott vasútikocsi emblémája (Fotó: Airbus)

végig minden alkalmazottját elbocsátotta és a termelést leállította. Az épületeket elhanyagolták, a gépek tönkrementek.

A DONAUWÖRTH-I GÉPGYÁR LÉTREHOZÁSA

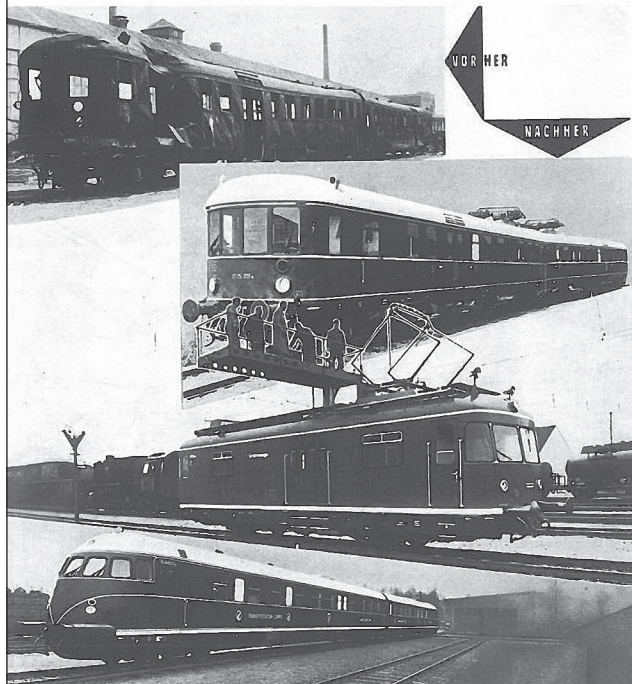
1934 januárjában Loeffellad erős politikai nyomásra kénytelen volt átadni cégének tulajdonjogát a szárazföldi haderő főparancsnokságának (Oberkommando des Heeres). Az OKH magánvállalatoknak adta bérbe vállalkozásait, amelyek fegyvergyárrá bővítették azokat (az üzem a nemzetiszocialisták titkos fegyverkezését szolgálta). Ugyanez történt ezzel a gyárral is, amely ettől kezdve Maschinenfabrik Donauwörth GmbH (MaDo) néven működött tovább. Az újonnan felvett munkavállalók a felújított épületekben lőszerket és gránátokat gyártottak. A II. világháború elején közel 3000 embert foglalkoztattak a gyárban, később számos kelet-európai kényszermunkást is dolgoztattak. 1945. április 11-én 13:15-kor az amerikai 8. légi hadsereg 108 db B17-es bombázója közel 288 tonna romboló és 33 tonna gyújtóbombát dobott a városra, a vasútállomásra és a gyárra. 15 perc elteltével a történelmi városközpont, az állomás a rendező pályaudvarral együtt, és a gyár már csak füstölő törmelékhalom volt. 8 nappal később a második légitámadás befejezte az első pusztító munkáját megsemmisítve többek között a vasúti hidat és a kórházat is.

A WMD-TŐL AZ AIRBUSIG

A háború alatti és utáni kényszerű népvándorlások során a Breslau-ban lévő Linke-Hoffmann-Werke (LHW) vagongyár vezető alkalmazottait Donauwörth-be helyezték. Ez a cég a Flick-csoporthoz tartozott, és számos vezetője – mindekenélőtt a fejlesztésben résztvevő munkatársai – 1946 elején azzal a céllal érkeztek a városba, hogy megvizsgálják a gyár rekonstrukciójának lehetőségét. Eredetileg az LHW gyár javítókészleteit a Nürnberg közeli Feucht-ba, az ott található Fella gyárakba evakuálták. Azonban a feltételek ott nem voltak alkalmasak vasúti kocsik építésére, ezért más helyszínt kerestek. 1946. szeptember 16-án megalakult a Waggon- und Maschinenfabrik GmbH, Donauwörth (röviden WMD), vasúti járművek, valamint építőipari gépek, szerszámgépek, egészségügyi berendezések és szerszámok gyártására és javítására. (Megjegyzendő, hogy az új WMD regisztrációs státusza soha nem volt teljesen egyértelmű. Megalapították a WMD-t, a régi MaDo céget azonban nem törölték, hanem azt a szövetséges hatalmak érvénytelennek nyilvánították. A régi tulajdonosok a háború után soha nem ismerték el a WMD státuszát.) A nyersanya-

„ALLEN LEUTEN RECHT GETAN, IST EINE KUNST, DIE NIEMAND KANN“

10 JAHRE WMD



3. ábra. A WMD üzemi lapjának 1956 decemberi számában a második világháború utáni vasúti járművek újjáépítését propagálják (Fotó: Airbus)

gok hiánya miatt a következő alapelv mentén működtek: az új termékek készítését megelőzte a használt berendezések javítása. Eredetileg a kapacitás 60-70%-át a vasúti kocsik gyártására kívánták fordítani, a fennmaradó 30-40%-ban pedig a gépipar számára kívántak megrendeléseket fogadni.

1952. november 18-án F. W. Siebel – az Allgemeine Transportanlagen GmbH, Leipzig néhány korábbi partnerével együtt – egy új vállalatot alapított Münchenben, a Siebelwerke-ATG GmbH-t. A SIAT társaság megalapításával új korszak kezdődött, mert megteremtették a repülőgép-építés alapjait Donauwörth-ben. A müncheni SIAT iroda – a német licencgyártás érdekében – sikeresen vette fel a kapcsolatot egy francia repülőgépgyárral. A SIAT egy szerződésben már azelőtt szándéknyilatkozatot tett erre vonatkozóan, mielőtt a Német Szövetségi Köztársaságban egyáltalán engedélyezték volna repülőgépek építését. A SIAT társtulajdonosa, Dr. Bernhard Weinhardt, aki többek között a Linke-Hoffmann-Busch-ban (LHB) kereskedelmi igazgató, a WMD-ben felügyelőbizottsági elnökhelyettes volt, annak a véleményének adott hangot, hogy mindkét cég kapjon szerepet a tervezett licencgyártásban. (Mind az LHB, mind a WMD a Flick csoporthoz tartozott.) Elképzeléséhez megkapta a kellő támogatást, így ezzel a döntéssel megnyílt a lehetőség a WMD-ben az első repülőgép-részegységek gyártására. Kezdetben a SIAT iroda Münchenben 10 alkalmazottal dolgozott; a felmerült költségeket részben a Flick düsseldorfi központja, részben a WMD viselte, majd 1956 elejétől minden kiadás felett a WMD rendelkezett. Ennek eredményeként, az év őszén az iroda Münchenből Donauwörth-be költözött.

1956. június 14-én francia-német együttműködési szerződést kötöttek a német repülőgépipar újjáépítéséről. Ezt követően az SNCAN (Société Nationale de Construction



4. ábra. Egy, a WMD üzemben gyártott népszerű termék, a mellékvonali dízel sínbusz (Fotó: Airbus)

Aéronautique du Nord – Észak-Francia Nemzeti Légijármű-építő Társaság) megadta a Flugzeugbau Nord GmbH német konzorcium számára a Noratlas katonai szállító repülőgéptípusra vonatkozó gyártási engedélyt. A légielő rendelésével a repülőgépipar megkezdődhetett Nyugat-Németországban. Magának a Siebelwerke-nek nem volt saját gyártóberendezése és gyártószemélyzete, a szükséges tárgyi és személyi feltételeket a WMD vezetése teremtette meg. Új gyártó- és szerelőcsarnokokat építettek, gépeket és szerszámokat szereztek be, és kiképezték a munkavállalókat. 1957. január 1-jétől a WMD megszerezte a SIAT részvényeinek 66%-át, majd 1957 végétől mind a 100%-át és megemelte a SIAT alaptőkéjét. Így a SIAT a WMD leányvállalatává vált. Mindkét társaság jogszerűen megőrizte a nevét, és saját neve alatt folytatta üzleti tevékenységét. A SIAT elsősorban repülőgépek gyártásával foglalkozott.

1959. december 8-tól a Bölkow-Entwicklung KG egyre nagyobb tulajdonrészt szerzett a WMD-ben. 1965-ben, a folyamat végén már a WMD alaptőkéjének 100%-ával rendelkezett. A felvásárlás a német repülőgépipar integrációján alapult, amelynek során a feladatok megosztását az alábbiak szerint tervezték meg: a Bölkow elsősorban a fejlesztéssel foglalkozott, a WMD pedig a gyártással. Ez a munkamegosztás rendkívül jól bevált a későbbiekben is.

1968. június 7-én a Bölkow és a Messerschmitt képviselői aláírták a két társaság egyesüléséről szóló szerződést. Az új cégcsoportot MB – Messerschmitt-Bölkow néven jegyezték be. Egy éven belül bejelentették a Messerschmitt-Bölkow GmbH és a Hamburger Flugzeug GmbH egyesítéséről szóló döntést. Megalakult a Messerschmitt-Bölkow-Blohm. 1971. december 31-én a WMD és vele együtt a SIAT megszűnt, a bíróság a társaságot törölte a nyilvántartásból. Mindkét társaság Messerschmitt-Bölkow-Blohm – Közlekedési Divízió (MBB-UV) elnevezéssel 1972. január 1-jétől csatlakozott az MBB-hez. 1980. december 15-én az MBB és a VFW (Vereinigten Flugtechnischen Werken, Bréma) is egyesült. A cél egy olyan szervezet létrehozása volt, amely a termékek előállítását gyártási csoportokra osztja. Az ország északi részén az űrhajózásra, a haditengerészetre és a szállító repülőgépekre, a déli részén pedig a katonai repülőgépekre, helikopterekre kívánták a gyártást összpontosítani. Ennek a koncepciónak köszönhetően a helikoptergyártás és -fejlesztés egyre inkább Donauwörth-be került.

Az MBB helikopter divíziója 1985 márciusában úgy döntött, hogy szálal kompozit anyagból elkészít egy teljes helikoptert. Az MBB volt az első európai légiközlekedési vállalat, amely piacra dobta a „műanyag helikoptert”. Három év fejlesztés után az MBB elkészítette az első szálal kompozit anyagból készült helikoptertörzset, és átadta terhelési vizsgálatokra az IABG-nek (Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft mbH). A törzs körülbelül 80%-a szén-szállal erősített polimerből, 20%-a aramid-szál erősítésű polimerből készült. A sikeres tesztek befejezése után ren-

delkezésre álló adatok és tapasztalatok felhasználhatóvá váltak a jövőbeli helikopterek, pl. az NH90, PAH-2/Tiger, H145 gyártástechnológiájának kidolgozásához. Ennek a technológiának köszönhető a 30%-os súlymegtakarítás, az alkatrészek száma pedig akár 80%-kal is csökkenhetett. A DASA (Deutsche Aerospace AG) megalakulásával 1990-ben végleg Donauwörth-be összpontosult a helikopterek gyártása és karbantartása, és bár az Airbus munkáit a Deutsche Airbus GmbH-nak közvetlenül alárendelt üzemekbe koncentrálták, azért az alkatrészek egy része itt készült (pl. a különböző ajtók). A gyár ebben az időszakban fejezte be a vasúti járműgyártást is, amely addig fontos szerepet töltött be a város iparának életében. A helikoptergyártás és -javítás koncentrációjával, valamint a helikopterekhez kapcsolódó összes tevékenység egyetlen, önálló jogi személyként történő megjelenítésével megteremtették a francia Aerospatiale céggel közösen alapított helikoptertársaság megvalósításának előfeltételét. A céget végül Eurocopter néven, 1992. január 12-én hivatalosan is elindították. 1992-ben az MBB és a francia Aerospatiale, Eurocopter néven egyesült. Az elődállalatok tervei és termékei alapján, „EC” termékjelöléssel számos helikoptert fejlesztettek és gyártottak. 2014. májusában nyitották meg az új Systemhaus nevű fejlesztőközpontot, ami lehetővé tette a Eurocopter számára, hogy helikoptereinek teljes életciklusát egy németországi helyszínen végezze, a kutatástól, fejlesztéstől és prototípus építéstől kezdve a gyártásig és végszerelésig a képzéssel, karbantartással, javítással együtt. Végső metamorfózisként, 2014 januárjában a vállalatot átnevezték Airbus Helicopters-re. Ennek következtében a helikopter jelöléseket „EC”-ről „H”-ra módosították. Napjainkban Donauwörth kiemelkedő szerepet játszik a civil és katonai helikopterek fejlesztésében, gyártásában, karbantartásában és a gépszemélyzet képzésében.

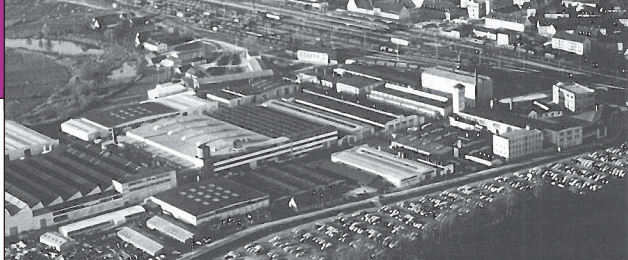
A katonai programokban való részvétel nemcsak katonai célra alkalmas helikopterek gyártásában merül ki. A gyár területén található katonai karbantartó központ garancia a német fegyveres erők szinte minden típusú helikopterének teljes körű karbantartását és kiszolgálását. A szolgáltatások magukba foglalják a technológiai és logisztikai támogatást, a személyzet képzését és oktatását, valamint az új rendszerek és fejlesztések integrációját. A Bundeswehr telephelyein több mint 800 alkalmazottal dolgozó Airbus képes arra, hogy biztosítsa a Bundeswehr flottájának magas szintű készenlétét.

A Donauwörth-i telephely a már működő helikopterek felújításával és utólagos átépítésével is foglalkozik, a helikoptereket képesek a tulajdonosok által megkívánt új, speciális feladatokra is felkészíteni.

A gyártó és karbantartó létesítmények mellett helyezkedik el a Training Academy, ahol az Airbus ügyfeleinek pilótáit és műszaki személyzetét (mérnökök, technikusok, mechanikusok, szerelők) oktatják. Az akadémiai képzés része a H135 és H145 típusú helikopterek pilótáinak szimulátorokkal történő felkészítése. Ezekkel az eszközökkel a pilóták megismerik és megtanulják a normál és az extrém repülési helyzetek kezelését. Az akadémia fontos szerepet játszik az Airbus minőségi és biztonsági törekvéseiben, hiszen a személyzet magas szintű képzése döntően hozzájárul a repülés biztonságához.

Az Airbus megalakulása óta, a Donauwörth-öt folyamatosan és szisztematikusan kutatási és fejlesztési központtá bővítették. Az innovációt többféle irány jellemzi: a repülési kényelem és a biztonság növelése, a helikopterek teljesítményének és képességeinek javítása, nagyobb versenyképesség elérése az üzemanyag-fogyasztás csökkentésével, (amely alacsonyabb működési költségeket és csökkentett károsanyag-kibocsátást is eredményez). Eközben az Airbus





5. ábra. Donauwörth az 1950-es években. Háttérben sínek sűrű hálózata, ezeken próbafutatták az újonnan gyártott vasúti járműveket is (Fotó: Airbus)

a zajcsökkentésén is dolgozik, valamint a városi légi közlekedés olyan forradalmian új megoldásait is keresi, mint például a függőlegesen fel- és leszállni képes CityAirbus modellel. Ez a csendes, zéró károsanyag-kibocsátású, függőlegesen fel- és leszálló jármű akár négy embert is képes szállítani egy hagyományos taxizás költségén. 2020. július 31-én végrehajtották a típussal az első, teljesen automatikus repülési tesztet is¹. A további repülési tesztet már a sokkal biztonságosabb tesztkörnyezetet nyújtó Manching-ban végzik. Ugyancsak fontos az Airbus Helicopters legújabb helikopterének, a H160-asnak a fejlesztése és gyártása (Donauwörth-ben készülnek a helikopter sárkányának elemei), illetve a H145-ösnek egy új változata, amely új, öt fógószárnylapátos kialakítással rendelkezik.

Az Airbus Donauwörth-i telephelyén található csúcstechnológias berendezéseket és a gyártósort a forgószárnyas repülőeszközök gyártása mellett más célokra is felhasználják. A helikopterek gyártása és karbantartása mellett az AHD feladata egyéb repülőgépkatrészek fejlesztése és gyártása is. Minden évben több mint 6000 db utasbeszálló, illetve tehertérajtót gyártanak az Airbus által forgalmazott szinte valamennyi személy- és teherszállító repülőgéphez.

TERMÉKEK

1946 után, az alapvetően vasúti kocsik gyártására szakosodott cég termelési kapacitásának kb. a harmadát egyéb termékek előállítására fordította. Készültek itt szivattyúk, satuk, eszterga-, fröccsöntő- és különböző présgépek, félpótkocsik, 4-6-8 tengelyes nehéz pótkocsik, konténe-

rek, rádióteleszkópok. 1968-ban a WMD részt vett az akkori legnagyobb, 100 méteres átmérőjű rádióteleszkóp gyártásában is. Korábban nagy mennyiségben gyártottak haditechnikai termékeket is: a Panvia Tornado IDS-hez (Interdiction Strike) rendszeresített MW 1 (*Mehrweckwaffe 1*) szórórendszer konténerét; a MARS (*Mittleres Artillerie Raketensystem*) sorozatlövő vetőcsöveit; a Roland FlaRak-System (*Flugabwehrraketensystem*) üreges, extrudált profilokból hegesztett, alumínium felépítményét; a hajók ellen fejlesztett AS34 Kormoran rakéták törzsét.

A már említett termelésáthelyezések miatt a vasúti járművek gyártása egészen 1991-ig folytatódott. A cégbejegyzésben megfogalmazottak szerint dízel és elektromos vasúti motorkocsikat, szerviz- és speciális járműveket, személykocsikat, teherkocsikat egyaránt gyártottak. A társaság történetében az egyik jelentős pillanat 1986-ban volt, amikor ki-gördült az első német nagysebességű vonathoz, az InterCity Experimental-hoz (ICE) készített vagonjuk. 1991 óta azonban már minden előállított termék a repüléshez kapcsolódik.

(Folytatjuk)

HIVATKOZT IRODALOM

- [1] *Airbus Communications AHD*
<https://www.securelandcommunications.com/>;
- [2] *50 Jahre erflugreich im Flugzeugbau Siebelwerke-ATG GmbH Donauwörth*. Siebelwerke-ATG 1962;
- [3] Gunston, Bill; Spick, Mike. *Modern Fighting Helicopters*. London: Salamander Books, 1986.

JEGYZETEK

- 1 „CityAirbus - First full autonomous flight - Airbus Helicopters”.
Elérés 2021. február 26. <https://www.aerocontact.com/videos/89626-cityairbus-first-full-autonomous-flight>.

HM ZRÍNYI TÉRKÉPÉSZETI ÉS KOMMUNIKÁCIÓS SZOLGÁLTATÓ KÖZHASZNÚ NKFT.

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



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

• PrePress – Nyomdai előkészítés

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

• Gyorsokszorosítás

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

• Press – Nyomtatás

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

• PostPress – Kötészet felolgozás

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

• Vákuumformázás

- vákuumformázó szerszámok, terepszatlok előállítása CNC-technológiával
- vákuumformázás

ÜGYFÉLSZOLGÁLAT ÉS TÉRKÉPBOLT:

1024 Budapest II., Filler u. 14.

+36 (1) 212-4540 • ugyfelszolgalat@topomap.hu

Nyitva tartás: hétfő–péntek 9.00–16.30

NYOMDAI GYÁRTÁSELŐKÉSZÍTÉS: +36 (1) 336-2035



Dr. Horváth András Ferenc*

Artemis–SLS emberes Hold-expedíciós program

A NASA az amerikai elnökök utasítására már a második Hold-expedíciós űrprogramját szervezi. Az első programot még John Kennedy hirdette meg 1961-ben, Jurij Gagarin űrrepülése után. Az akkori elnök arra utasította a NASA-t, hogy a '60-as évek végére szervezze meg az amerikai űrhajósok első Holdra szállását. Kennedy elnök nehezményezte, hogy a szovjeteknek sikerült elsőként műholdakat, holdszondákat, űrszondákat és embereket küldeni a világűrbe. Az amerikai elnök 1961. május 25-i híres kongresszusi beszédében a következőket mondta: „Úgy döntöttünk, hogy még ebben az évtizedben eljutunk a Holdra, és megteszünk más, ehhez hasonló lépéseket. Nem azért, mert a feladat könnyű, hanem azért, mert nehéz...” A NASA egyik kiemelt feladata lett, hogy a Holdra történő emberes űrutazásban az Egyesült Államok megelőzze az oroszokat. Ezt a feladatot a NASA német származású mérnöke Wernher von Braun (1912–1977) (2. ábra) és a vele együtt dolgozó amerikai szakemberegyütt az Apollo-programban kiválóan megoldotta. Az amerikai asztronauták Holdra-szállásának 50. évfordulóját 2019-ben ünnepelte a világ.



2. ábra. Wernher von Braun, a Marshall Űrközpont igazgatója (1960–1970) [11]

Donald Trump, korábbi elnök 2019-ben meghirdette a 2. holdprogramot, amely 2024-ben a NASA közreműködésével ismét amerikai asztronautákat küld a Holdra.

ÖSSZEFOGLALÁS: 1961-ben, az akkor már 4 éve tartó szovjet–amerikai űrverseny újabb fordulójaként, John Fitzgerald Kennedy amerikai elnök meghirdette az Apollo–Saturn Hold-expedíciós űrprogramot. A szovjetek, a Zond–N1 űrrepülés során szintén készültek a Holdra szállásra. Az amerikaiaknak a sikeres Apollo–Saturn kísérletekkel sikerült átvenniük a vezetést az oroszoktól. A tanulmány aktualitását az a bejelentés adja, hogy 2019-ben, az Artemis program keretében, Donald Trump amerikai elnök meghirdette a visszatérést a Holdra.

KULCSSZAVAK: Artemis, Apollo–Saturn Hold-expedíció, Gateway, Hold körüli űrállomás, holdbázis, LOP-G, Nemzetközi Űrállomás

ABSTRACT: In 1961, as another round of the then-4-year-old Soviet-American space race, US President John Fitzgerald Kennedy announced the Apollo-Saturn lunar expedition space program. The Soviets also prepared to land on the Moon during the spaceflight Zond – N1. The Americans took the lead from the Russians through successful Apollo-Saturn experiments. The topicality of the study is given by the announcement that in 2019, under the Artemis program, US President Donald Trump announced the return to the Moon.

KEY WORDS: Artemis, Apollo–Saturn lunar expedition, Gateway, lunar space station, LOPG, International Space Station

* Csillagász. ORCID: 0000-0003-3083-149X





3. ábra. A Falcon Heavy óriás hordozórakétát Elon Musk a holdi bázis létrehozásához ajánlja [12]

Az ARTEMIS PROGRAM²

Jelenleg az emberiséget „egybolygós civilizációnak” is nevezhetjük. A jövőben a SpaceX a Marsra indít űrhajókat, és amennyiben az első csoport leszállása sikeres lesz, az expedíciók 26 havonta követik majd egymást. Már a 20. században akadtak olyan újító szándékú személyek, akik lelkesen kezdeményezték, hogy a Föld körüli és holdi űrrepülések után, az űrutazások folyamatos bővítésével, minél hamarabb indítsanak űrhajót a távolabbi planéták, különösen a Mars meghódítására.

2002-ben, amikor Elon Musk amerikai dollármilliárdos létrehozta SpaceX nevű cégét, újra felmerült a Mars meghódításának gondolata. Musk Falcon-9 nevű, költséghatékony hordozórakétájának Falcon Heavy változata (3. ábra) alkalmas lehet egy Hold-Mars-expedícióra, de a multimilliárdos mérnök, újító egy nagyobb rakétát és űrhajót ígér. A Starship-Super Heavy óriás hordozórakétát és űrhajót, Musk nemcsak az utazásra, hanem egy felszíni holdbázis kialakítására is javaslatot tett. Musk rendkívüli lelkeséssel és elkötelezettséggel 2027-re tervezi a marsi űrhajó emberekkel történő indítását és leszállását. Ezt a stratot megelőzné néhány pilóta nélküli űrhajó automatikus leszállása a vörös bolygón. Ha minden Musk elképzelése szerint történik, akkor az emberiség „kétbolygós civilizációvá” válhat.

A HOLD KÖRÜLI ŰRÁLLOMÁS (LOP-G, GATEWAY) TERVÉNEK TÖRTÉNETE

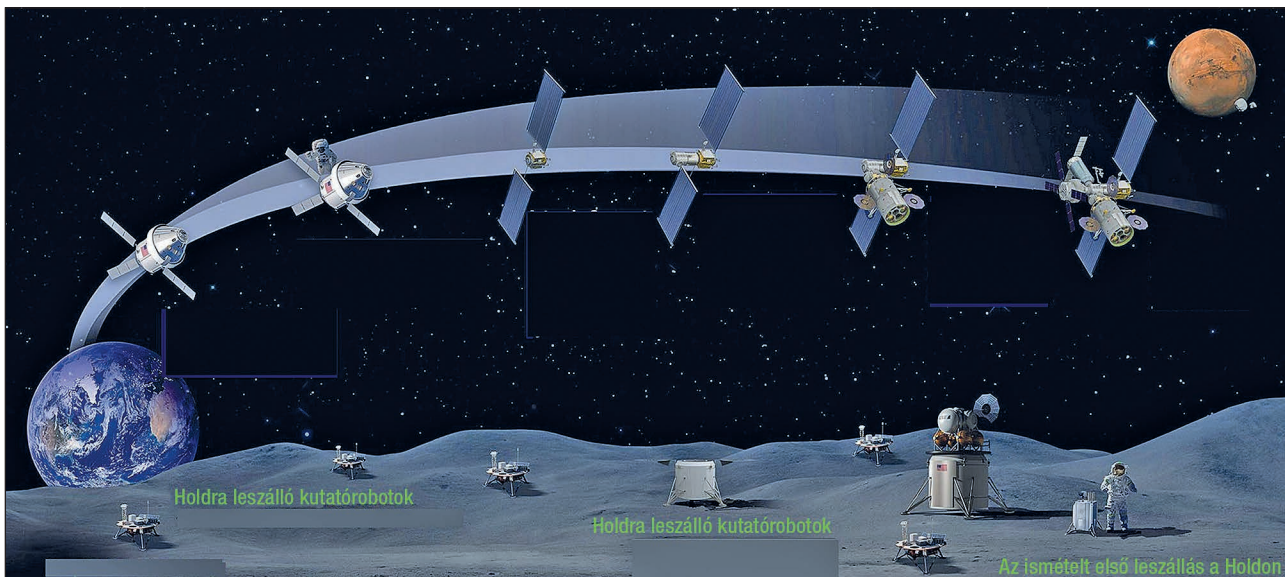
A holdi űrállomás tervet először 2009-ben javasolták az ISS³ leállításával. A Nemzetközi Űrállomás működésének finanszírozását és az ott folyó munka a befejezését korábban 2025-re tervezték, de tavaly ezt a határidőt 2030-ra módosították.

Amerikai részről a Boeing, a Lockheed Martin és a SpaceX cégek, az oroszoktól az Enyergija, az ESA⁴-tól az EADS Astrium és a Thales Alenia Space, Kanadából az MDA, Japánból pedig a Mitsubishi nehézipari cég kapcsolódna be az LOP-G⁵ űrállomás programjába. 2015-ben az Enyergija, a Boeing, valamint a Lockheed Martin cégek szerződést írtak alá a közös fejlesztési munkákról. 2016-ban a résztvevők úgy döntöttek, hogy az első modulokat (PPE⁶, MH⁷) 2023-ban indítják a holdi űrállomáshoz. 2017 márciusában elhatározták, hogy a programban egy éven át tartó űrrepüléssel, illetve űrben tartózkodással vizsgálják meg, hogy a holdi űrállomásra küldött űrhajósok képesek-e távolabbi célok, pl. a Mars felé elindulni. 2017 júniusában Kína jelezte, hogy az LOP-G űrprogramban 2028-tól 5 pilótás Holdra szállást terveznek. A JAXA⁸ bejelentette, hogy 2030-ban japán űrhajós is le fog szállni a Holdra.

2019-ben Trump elnök döntött, és utasította a NASA-t a program felgyorsítására. Meghatározta, hogy 5 éven belül a NASA űrhajósainak ismét el kell jutnia a Holdra, azaz az Egyesült Államoknak el kell kezdenie egy holdi űrállomás-programot. Az Artemis program két részre osztható. Az első része a Holdra történő amerikai visszatérés, a második része évenkénti időtartamban az űrhajósok és az önjáró robotok kutatómunkája (4. ábra). Ezeket a holdi leszálló-kutató robotokat (5. ábra) nagy valószínűséggel a SpaceX cég aránylag olcsó, Falcon-9 hordozórakétájával indítják majd – a tervek szerint általában évente.

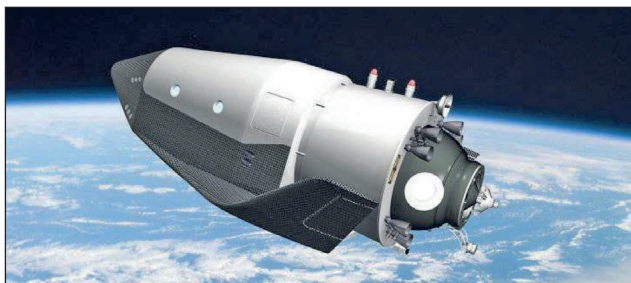
E nagyszabású holdi űrprogramban kezdetben a Nemzetközi Űrállomás építésében és üzemeltetésében közreműködő országok, az USA, Oroszország, az Európai Űrügynökség (ESA), Japán (JAXA) és Kanada (CSA⁹) vesz részt. A Lunar Orbital Platform-Gateway (LOP-G – holdi és marsi űrkapu) a Hold körül keringő érkezési, leszállási, visszatérési bázis lesz, amely a nemzetközi pilótás expedíciók max. négyfős csoportjának befogadására alkalmas.

4. ábra. Az Artemis program vázlatos menetrendje 2021-től (Forrás: a szerző által szerkesztett grafika a [13] alapján)





5. ábra. A Hold felszínére tervezett NASA leszálló robotok [14]



6. ábra. Az oroszok által fejlesztett Orjól űrhajó egyik változata [15]

A Roszkoszmosz¹⁰ az Angara óriás hordozórakétával indított Orjól űrhajóval (6. ábra), és részegységeivel (űrsétamodul, lakómodul, tartalék energiaegység, holdi leszálló egység) vesz részt a holdi űrállomás programban. A tervek szerint az űrállomáson az expedíciók idején 4 űrhajós tartózkodik majd, 30–60 napig. A tervezők két Hold körüli pálya létesítésében gondolkodnak. Egy alacsony, 100–200 km magasságú, és egy magas, 70 000 km-re lévő keringési pályán. Ez utóbbiról a Holdra is és távolabbi kozmikus célok felé (pl. a Marsra) indulhatnak űreszközök, illetve személyzettel rendelkező és teherűrhajók. Japán (JAXA) modulépí-

téssel és a H-3 hordozórakétával szállított HTV-X teherűrhajóval csatlakozik a LOP-G programhoz. Kanada távirányítható robotkarokkal vesz részt a holdi űrállomás kiépítésében. A Roszkoszmosz javaslatára a LOP-G űrprogramba Brazília, a Dél-afrikai Köztársaság, India és Kína is bekapcsolódhat.

AZ SLS HORDOZÓRAKÉTÁK ÉS AZ ORION ŰRHAJÓ

A 7. ábrán a NASA által napjainkban használt (Atlas V, Delta IV Heavy, SLS) hordozórakéták hasznos teheremelő képességét hasonlítottuk össze az SLS rakéták három változatával.

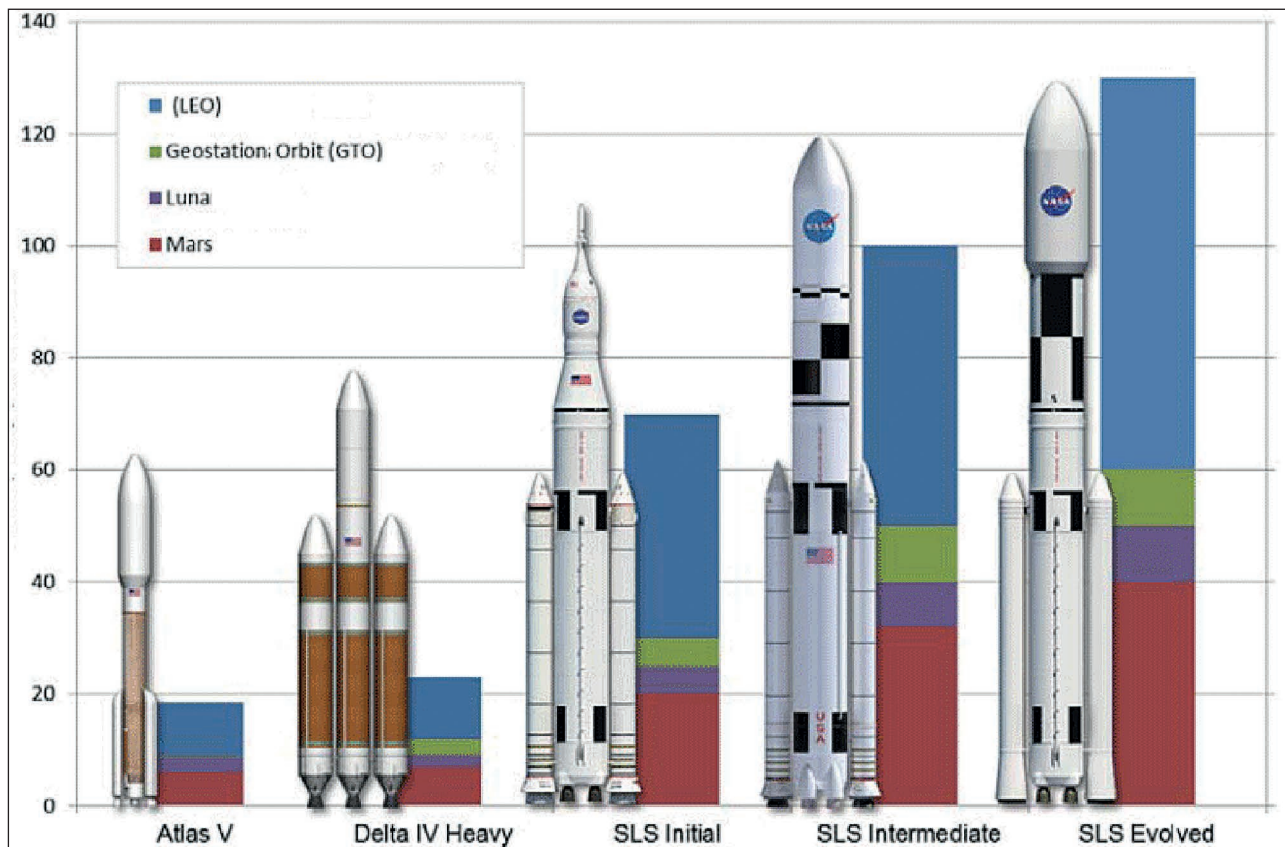
Az SLS (Space Launch System) rendszereit a Boeing, a United Launch Alliance, a Northrop Grumman, és az Aerojet Rocketdyne cégek készítik. A fővállalkozó a Boeing cég. Az SLS rakétákhoz a Space Shuttle elemeit is felhasználták.

Az SLS első fokozata egy hatalmas hengeres, 8,4 m átmérőjű tartály, amely négy RS-25 hajtóművet működtet (8. ábra). A hajtóanyag folyékony oxigén és hidrogén. Az



8. ábra. Az SLS első fokozat négy RS-25 hajtóművel indul [17]

7. ábra. A NASA napjainkban alkalmazott hordozórakétái (LEO – alacsony Föld körüli pálya, GTO – geostacionárius, Luna – holdi, Mars – marsi adatok, Initial – kezdeti, Intermédia – közbülső, Evolved – fejlesztett) (Forrás: a szerző által szerkesztett grafika a [16] alapján)



1. táblázat. Az Artemis program emberes Hold-expedícióinak tervezett menetrendje

Űrrepülés	Tervezett start	Hasznos teher, modulok, CLPS ¹⁴ automatikus kutató-leszálló	Szállító rakéta + Orion, felvitt eszköz, modul	Tervezett repülési idő
Artemis-1	2021 Kennedy LC-39B	13 CubeSat pályára állítása	SLS-BI-1+Orion űrhajósok nélkül	~25 nap
	2021. júl. K. LC-41 2021. okt. K. LC-39A	Peregrine automatikus kutató-leszálló, Nova-C automatikus kutató-leszálló	Vulcan, Falcon-8	
Artemis-2	2022-2023 Kennedy LC-39B	Falcon-9: energia- és hajtóműrendszer (PPE), ESPRIT, Minim. lakómodul (MH)	SLS-BI-1+Orion 4 űrhajós 3 db Falcon-9: +PPE, +ESPRIT, +MH	~10 nap
	2022, K. LC-41	VIPER rover	?	~100 nap
Artemis-3	2024 Kennedy LC-39B	Falcon-9: lent maradó leszálló, felszálló, lent maradó szállító, Falcon-9: CLPS Peregrine kutatórobot	SLS-BI-1 + Orion + teher-lakó, 4 űrhajós 3 db Falcon-9: + szállító, + leszálló, + felszálló + Falcon-9 robot leszálló	~30 nap
Első emberes újra leszállás a Hold felszínére				
Artemis-4	2025 Kennedy LC-39B	Falcon-9: Lent maradó leszálló, újra tölthető felszálló, újra tölthető szállító, Falcon-9: CLPS Peregrine kutatórobot	SLS-BI-1+Orion+HAB (lakó) 4 űrhajós, 3 db Falcon-9 + szállító, + leszálló, + felszálló	~30 nap
Artemis-5	2026 Kennedy LC-39B	Falcon-9: Lent maradó leszálló, újratölthető felszálló, újratölthető szállító, Falcon-9: CLPS Peregrine kutatórobot	SLS- BI-1B, + Orion 4 űrhajós, 3 db Falcon-9 + szállító, + leszálló, + felszálló + Falcon-9 robot leszálló	~30 nap
Artemis-6	2027 Kennedy LC-39B	Falcon-9: Lent maradó leszálló, újratölthető felszálló, újratölthető szállító, Falcon-9: CLPS Peregrine kutatórobot	SLS-BI-1B, + Orion 4 űrhajós, 3 db Falcon-9 + szállító, + leszálló, + felszálló + Falcon-9 robot leszálló	~30 nap
Artemis-7	2028 Kennedy LC-39B	Falcon-9: Lent maradó leszálló, újratölthető felszálló, 1. és 2. újratölthető szállító, Falcon-9: CLPS Peregrine kutatórobot	SLS-BI-1B + Orion 4 űrhajós, 3 db Falcon-9 + szállító, + leszálló, + felszálló + Falcon-9 robot leszálló	~60 nap

oldalsó gyorsító fokozat 5 elemből álló szilárd hajtóanyagú egység (SRB¹¹), amelyet az űrrepülőgép oldalsó fokozatából fejlesztettek. Az SRB-t az Orbital ATK¹² készíti.

A második fokozat a Block-1 változatnál az ICPS (*Interim Cryogenic Propulsion Stage*) lesz, ami egy 5 m átmérőjű, átalakított Delta IV felső fokozat (*Delta Cryogenic Second Stage*). Ezt az eszközt egy folyékony hidrogént és folyékony oxigént égető, RL10B-2 típusú hajtómű működteti. A 98 m magas SLS Block-1 alacsony Föld körüli pályára 95 tonna terhet tud szállítani (a Hold felé pedig 26 tonnát). A Block-1B 4 db RL10C-1 típusú hajtóművel működik. A második fokozat és az Exploration Upper Stage (EUS), amely Föld körüli pályára már 105 tonna (a Holdhoz 37-40 tonna) terhet juttat el. A Block-1B pilótás (crew), valamint teherszállító (cargo) változatban készül. A Block-2 hordozórakétát – amely ugyancsak pilótás, valamint teherszállító változatban készül – a holdi program mellett a Mars programhoz kívánják felhasználni. A rakéta hasznos teherbírása alacsony Föld körüli pálya esetén 130 tonna; Nap körüli pálya esetében 45 tonna. Az SLS Block-2 hordozórakéta 117 m magas.

A holdi űrállomás programban az Európai Űrügynökség is részt vesz az amerikai modulok és az Orion űrhajó műszaki egységének megalkotásával, valamint az Ariane-6 hordozórakétával egy teherűrhajó szállításával. Az asztronauták szállítását a Kennedy Űrközponttól az óriás SLS hordozórakétákkal indított amerikai-európai fejlesztésű

Orion űrhajóval hajtják végre. A közös tervek szerint a holdi űrállomás részenkénti kiépítését 2021-2030 között, két részletben hajtják végre. A holdi űrállomáshoz az asztronautákat a négy személyes Orion űrhajó (9. ábra) szállítja majd.

A GATEWAY (LOP-G) HOLDI ŰRÁLLOMÁS TERVEZETT MODULJAI ÉS ÉPÍTÉSÉNEK MENETRENDJE

A NASA Artemis emberes Hold-repülési program részének általános menetét 2021-től a 4. ábra és a Föld-Hold-utazás repülési fázisait a 12. ábra mutatja. Az első holdi Orion-repülés (Artemis-1) alkalmával próbálják ki a holdi űrállomás építésének legfontosabb elemeit, az SLS óriásrakétát, az Orion űrhajót asztronauták nélküli állapotban és a Hold körülrepülését. A 2021-ben sorra kerülő repülés során 13 db CubeSatot¹³ kívának pályára állítani, valamint magyar gyártmányú sugárérzékeny fóliadetektorokkal fogják vizsgálni az űrrepülés alatti sugárzási viszonyokat. Az Artemis-1 próbarepülésen azonban még nem kockáztatnak: igazi űrhajósok helyett egyelőre csak emberszerű fantomokat utaztatnak a Holdhoz. Fantomokat eddig is használtak az űrbeli sugárterhelés mérésére, azonban most először lesznek női fantomok a fedélzeten. Helga és Zohar testét emberi csontutánzatokra építették valódi testszövetekhez hasonló műanyagokból, különös hangsúlyt fektetve a női szervekre, például az anyaméhre. A fantomok belsejében



9. ábra. Az Orion űrhajóban négy asztronauta utazhat a Holdhoz [18]

számos sugárzásérzékelőt (dózismérőt) helyeznek el, hogy megmérjék az egyes belső szerveket érő sugárterhelést, és megbecsülhessék a károsító hatását. A MARE (Matroszka AstroRad Radiation Experiment) kísérletben több ország vesz részt, és a közös munkába magyar kutatók is meghívást kaptak. A magyar szakemberek által összeállított passzív, vagyis energiaellátást nem igénylő detektorcsoomagokban kétféle anyagot használnak. Az ún. szilárdtest nyomdetektorok képesek a nagyobb energiájú részecskéket regisztrálására, míg az ún. termolumineszcens detektorok a kisebb energiájú részecskéket és az egyéb sugárzásokat detektálják.

Az Artemis programmal kapcsolatos 1. táblázatból leolvasható, hogy a NASA, tervei szerint rendszeresen, évente 1-1 db Falcon-9 hordozórakétával küld automatikus kutató-leszálló robotokat a Holdra. Ugyancsak a Falcon-9 rakétákat alkalmazzák majd a rendszeres SLS-Orion űrrepüléseken a különféle leszálló, felszálló és átszállító űreszközök szállítására a LOP-G holdi űrállomáshoz.

Az Artemis-1 űrrepüléssel párhuzamosan, 2021 júliusában a Cape Canaveral-i Kennedy Űrközpont 41-es indítóállásáról egy Vulcan hordozórakétával indítják majd a Peregrine automatikus kutató-leszálló holdszondát a Hold felszínére. Ezt a szondát egy Falcon-9 hordozórakétával egy további Nova-C jelű automatikus, Holdra küldendő kutató-leszálló egység követi. 2022-ben Falcon-9 rakéta-

val szállítanak a Hold körüli űrállomás egyik alapelemét, a NASA és az ESA által fejlesztett energia- és hajtóműrendszert (PPE).

A PPE tervezett tömege 8–9 t, 12 kW-os, pályakorrekciókra szolgáló ionhajtóművel szerelik fel. A PPE 50 kW energiát biztosít az űrállomás számára.

A PPE hidrazinos kémiai hajtóműve, a tervek szerint 2 tonna xenonnal minimum 15 évig üzemel. A PPE-t telekommunikációs rendszerrel is ellátják, amely helyzet- és pályakontrollt is biztosít a holdi űrállomásnak. A következő LOP-G egységet, az ESA által fejlesztett ESPRIT (European System Providing Refuelling, Infrastructure and Telecommunications) modult, a tervek szerint 2023-ban indítják Falcon-9 hordozórakétával. Az ún. ESPRIT modul egy olyan berendezés, amely áttölthető tartalék hajtóanyagot tárol, és biztosítja a vezérlést és a telekommunikációs összeköttetést is a Földdel. Tömege 4 tonna, hosszúsága 3,91 méter.

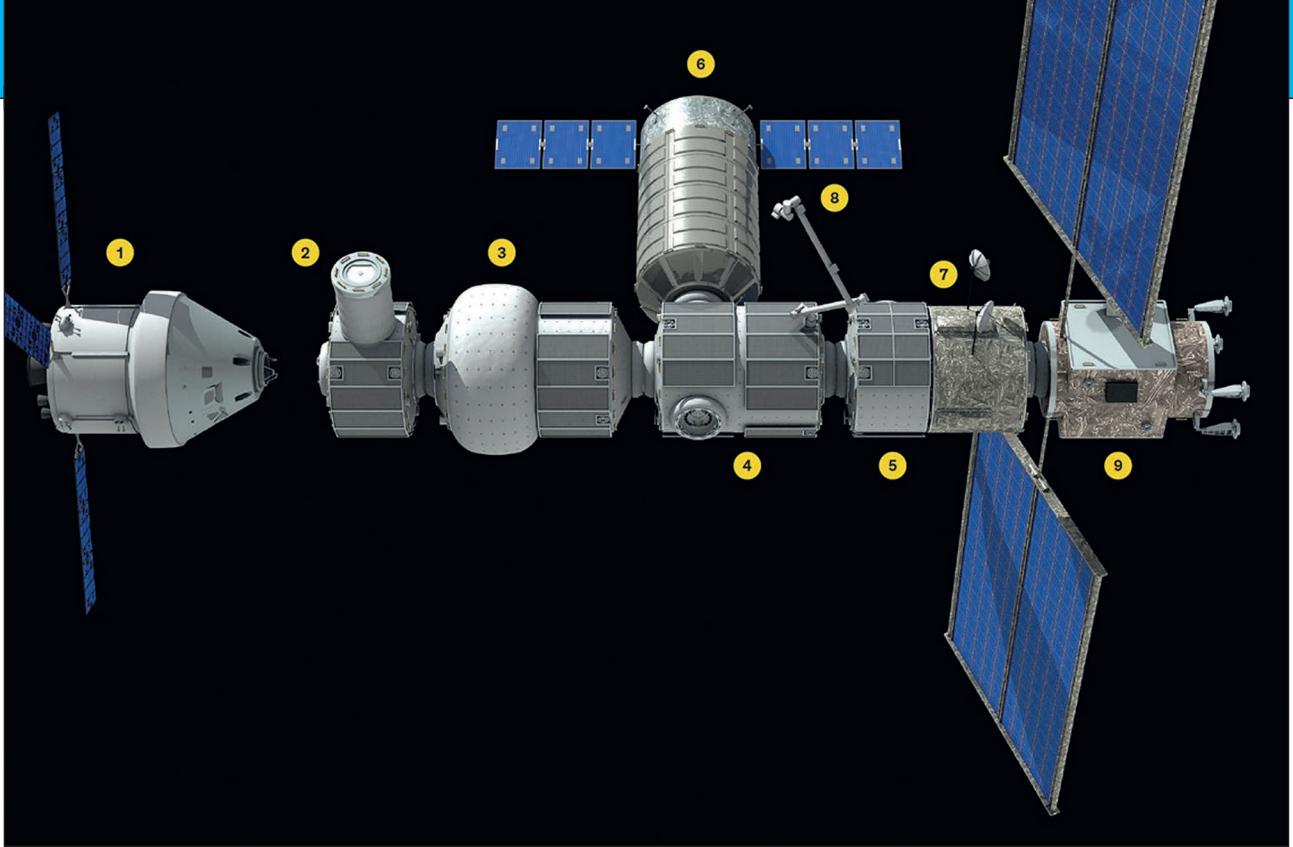
A harmadik LOP-G modult a NASA-rendelte, épp úgy, mint a Lockheed cég által fejlesztett nyomás alatti első lakókabin is (13. ábra). Az Artemis-2 program lesz az első olyan emberes űrrepülés a Holdhoz, amelyben az első nő és további három férfi holdi űrhajós repül majd szomszédos égitestünkhöz.

A 11. ábrán a 4-es számmal jelölt egységet az ESA és a JAXA tervezi, míg a 3-as számmal jelzett lakókabinegység szintén NASA-fejlesztés lesz. A tervek szerint erre egy magyar tervezésű és készítésű, Tritel típusú űrdozimetriai tesztelőt helyeznek el, amellyel a Hold körüli sugárzási viszonyokat fogják folyamatosan vizsgálni. A 4. egységre szerelik a kanadai építésű távirányítható robotkart (7.). Az amerikai 6. egység egy teherátoló és tartalék lakótér, ahol élelmiszereket is tárolnak. A tervek szerint a LOP-G-t az EM-3-as (Exploration Mission-3) repüléssel szállítják az űrállomásra. A 2. egység egy kilépő űrsétamodul.

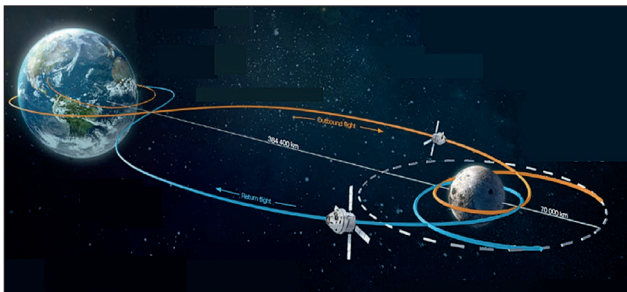
Az Artemis-3 emberes Hold-expedíció idejére az LOP-G holdi űrállomás nagy valószínűséggel alapkiépítésében már elkészül.

10. ábra. A LOP-G és az ISS űrállomások [19]





11. ábra. Az SLS-Orion Hold-körüli pályán keringő űrállomás tervezett elemei (2021–2030): (1. az Orion űrhajó, 2. dokkoló űrsétamodul, 3. lakókabin, 4. lakókabin, 5., 7. ESPRIT és vezérlőegység, 6. logikai teher modul, 8. kanadai robotkar, 9. PPE) [20]



12. ábra. A LOP-G holdi űrállomás pályasémája [21]

A Heracles az ESA, JAXA és CSA által javasolt automatikus holdi leszálló- és visszatérő egység, amely talajmintákat vesz. A Heracles alkalmanként 500 kg mintát szállíthatna a Gateway űrállomásra. A Lockheed Martin cég a program kéthetes útjára egy 22 tonnás holdi leszállóegységet ajánlott 4 űrhajóval (14. ábra), amelyről kb. 1 tonna talajmintát vihetnének a LOP-G űrállomásra.

Az amerikai holdi leszálló- és felszállóegységek mellett az oroszok az Orjol űrhajóval tervezik kozmonautáik Holdra szállását, visszajuttatásukat a Gateway holdi űrállomásra, majd onnan a Földre.

A NASA Orion űrhajója az európai gyártású műszaki egységgel biztosítja az asztronauták szállítását a Hold körüli űrállomásra, leszállásukat a Hold felszínre, visszatérésüket az állomásra, majd a Földre. A NASA Artemis programjának végső célja egy állandó felszíni holdbázis létrehozása, (1. ábra) ahonnan később a Mars felé is indíthatnak majd emberes expedíciókat.

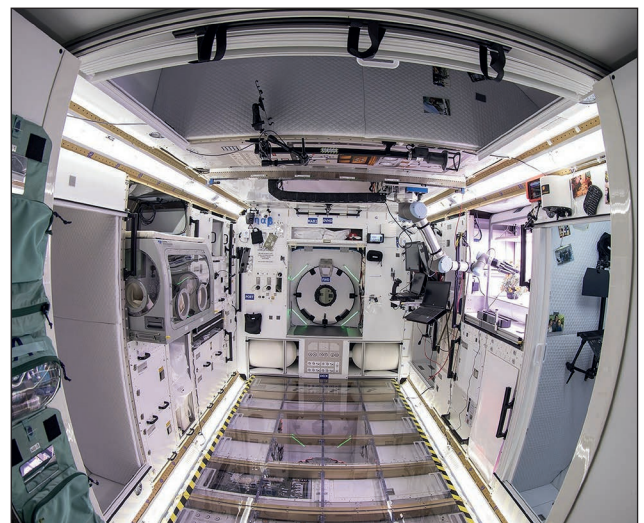
NASA PÁLYÁZATOK HOLDI LE- ÉS FELSZÁLLÓ ESZKÖZÖK TERVEZÉSÉRE ÉS ÉPÍTÉSÉRE

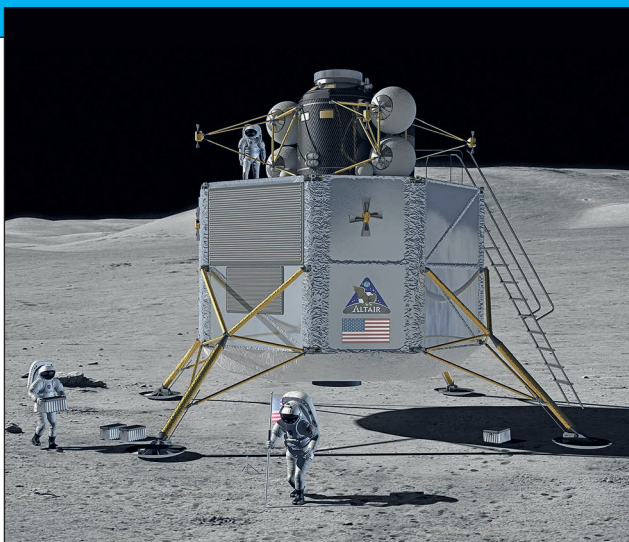
2020. április végén a NASA bejelentette, hogy a 2024-re tervezett amerikai Holdra szálláshoz három konzorciummal szerződést kötöttek. A három cégcsoport megközelítőleg

egymilliárd (967 millió) dollárért készíthet tervek arról, hogyan landolhatnak amerikai űrhajósok a Holdon 2024-ben. A kiválasztott vállalatok, a Blue Origin, a Dynetics és a SpaceX, a tervek szerint tíz hónapon keresztül készítik majd a terveket a HLS – (Human Landing System) program keretében. A NASA továbbra is tartja magát a kitűzött célhoz, hogy 2024 végéig újból űrhajósokat juttat égi kísérőnk felszínére. Az amerikai űrhivatal e három versengő koncepció közül választja majd ki a számára legkedvezőbbnek vélt megoldást.

A megbízásból a legnagyobb részt, 579 millió dollárt a Blue Origin konzorcium kapta, amely a Blue Moon nevű leszállóegységet tervezi. A Holdról való felszállás kidolgozása a Lockheed Martin cég feladata lesz. A Blue Origin konzorcium tagjai a Northrop Grumman és a Draper cégek, ezek a szállító modult, az avionikát és más fedélzeti rend-

13. ábra. A Lockheed által fejlesztett LOP-G lakómodul belülről [22]





14. ábra. A Lockheed Martin cég holdi le- és felszálló egységének terve [23]

szereket tervezik. A Dynetics konzorcium által vezetett csoportnak több mint 25 alvállalkozója van, ők 253 millió dollárért kezdik meg annak a modulnak a tervezését, amely a Holdra történő leszállást, majd a felszállást biztosítja. A HLS-szerződések közül a legkisebb értékűt – amely mintegy 135 millió dollár –, Elon Musk SpaceX vállalkozása nyerte el. Utóbbi a készülő Starship (Csillaghajó) segítségével oldaná meg a feladatot, amely egy Falcon Super Heavy rakétával indulna. A pályán az üzemanyaggal történő utántöltést további Starship járművekre bíznák.

A tanulmányok alapján a NASA szakemberei döntenek arról, melyik változatnak lenne a legjobb esélye arra, hogy 2024-ig elkészüljön. Van olyan elképzelés is, hogy egy, illetve akár két terv fejlesztéseit is támogatni kellene a holdi utazások hosszabb távú fenntarthatósága érdekében.

A jelek szerint a 2024-es leszálláson még nem használják majd a Hold körüli pályára tervezett űrállomást, a Gatewayt (Hold-, illetve Űrkaput), amely valószínűleg nem készül el 2024-ig. A Hold emberes kutatásának folytatásához azonban 2026–2028-tól alapvető fontosságú lesz kísérő égitestünk körül keringő állandó bázis létrehozása és működése.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Wernher von Braun. Das Mars projekt Frankfurt: Umschau Verlag 1952 – Project Mars English translation by Henry White, University of Illinois Press 1953.;
- [2] Gunter's Space Page, „Peregrine 1 (CLPS 1)”. Elérés: 2021. 01.10. https://space.skyrocket.de/doc_sdat/peregrine.htm;
- [3] NASA, „NASA: Artemis”. Elérés 2021. 01. 09. <https://www.nasa.gov/specials/artemis/index.html>;
- [4] The Planetary Society, „Artemis”. Elérés 2021. 01.11. <https://www.planetary.org/space-missions/artemis>;
- [5] EarthSky.Org, „NASA Announces 18 Astronauts on Its Artemis Team”. Elérés 2021. 01.10. <https://earthsky.org/space/what-is-nasas-artemis-program-moon>;
- [6] „Artemis Program - eoPortal Directory”. Elérés 2021. 01.11. <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/a/artemis-program>;
- [7] William Harwood, „NASA Names 18 Astronauts for Artemis Moon Missions – Spaceflight Now”. Elérés 2021. 01. 10. <https://spaceflightnow.com/2020/12/09/nasa-names-18-astronauts-for-artemis-moon-missions/>;
- [8] The European Space Agency, „Gateway”. Elérés 2021. 01.10. https://www.esa.int/Science_

- Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/Gateway;
- [9] Canadian Space Agency, „The Lunar Gateway”, 2019. 01. 09. <https://www.asc-csa.gc.ca/eng/astronomy/moon-exploration/lunar-gateway.asp>;
- [10] Andrew Jones, „Russian Space Chief Disses NASA's Artemis Moon Landing Plans”. Space.com, 2020. 11. 04., Elérés 2021. 01. 08. <https://www.space.com/russia-space-agency-chief-criticizes-nasa-moon-plans>;
- [11] <https://time.com/5627637/nasa-nazi-von-braun/>;
- [12] https://www.autoevolution.com/news/falcon-heavy-going-for-first-night-launch-on-monday-carries-human-ashes-live-135421.html#agal_0;
- [13] <https://www.oneindia.com/india/nasa-artemis-project-in-pics-why-this-moon-mission-unique/articlecontent-pf35690-2967681.html>;
- [14] <https://www.nasaspaceflight.com/2019/08/nasa-advances-robotic-crewed-moon-landings/>;
- [15] <https://rosinform.press/u-roskosmosa-prosyat-eshhe-18-mlrd-rublej-na-kosmicheskij-korabl-orel/>;
- [16] https://www.info-quest.org/documents/PDF/Boeing_SLS_BOOKLET.pdf;
- [17] <http://www.additivalab.com/en/blog/nasa-completes-hot-fire-testing-of-rs-25-rocket-engine-with-metal-am-component/>;
- [18] <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-completes-key-milestone-for-orion-spacecraft-in-support-of-journey-to-mars>
- [19] <https://www.nasaspaceflight.com/2018/03/cislunar-station-new-name-presidents-budget/>;
- [20] <https://spectrum.ieee.org/aerospace/space-flight/nasas-lunar-space-station-is-a-great-terrible-idea>;
- [21] <https://www.planetary.org/space-images/exploration-mission-1>;
- [22] <https://www.spaceflightinsider.com/organizations/lockheed-martin-organizations/lockheed-martin-unveils-orion-based-moon-lander-concept/>;
- [23] <https://www.spaceflightinsider.com/organizations/nasa/nasa-seeking-proposals-for-human-rated-lunar-lander-systems/>.

JEGYZETEK

- 1 National Aeronautics and Space Administration (Nemzeti Légügyi és Űrhajózási Hivatal).
- 2 <https://www.nasa.gov/specials/artemis/>.
- 3 International Space Station (ISS) – Nemzetközi Űrállomás.
- 4 European Space Agency (ESA) – Európai Űrügynökség.
- 5 Lunar Orbital Platform-Gateway (LOP-G) – Hold körül keringő űrállomás.
- 6 Power and Propulsion Element (PPE) – energiaellátó és hajtóműegység.
- 7 Minimal Habitation Module (MHM) – Habitation and Logistics Outpost – HALO, lakó, és logisztikai modul, más néven Minimális Habitation Modul (MHM) korábbi nevén Mini-Hab (MH).
- 8 Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) – Japán Űrkutatási Ügynökség.
- 9 Kanadai Űrügynökség (Canadian Space Agency).
- 10 Федеральное космическое агентство, magyar átírásban: Fegyvernalnoje koszmicseszkoje agenzstvo, rövidítve RKA, rövid nevén Roszkoszmosz – Orosz Szövetségi Űrügynökség.
- 11 Solid rocket booster (SRB) – Szilárd hajtóanyagú gyorsítórakéta.
- 12 Alliant Techsystems Inc. (ATK) – Amerikai Űr, Védelmi, és Sportszergyártó Vállalat.
- 13 A CubeSat kocka alakú, kis tömegű és méretű, általában 500 kg-nál kisebb miniatűrízált műholdat jelent.
- 14 NASA's Commercial Lunar Payload Services (CLPS) – A NASA kereskedelmi holdi hasznos-teher-szolgáltatása.

Ozsváth Sándor*

A Magyarország területén lehetséges drónalapú támadások szakmai és biztonsági kérdései

A dróntechnológia fejlődése az elmúlt időszakban egyre gyorsul, a fejlődés üteme – különösen a szoftveres alkalmazások terén – már-már exponenciálisnak nevezhető. Az ágazat hasonló, bár kisebb ívű fejlődésen megy keresztül, mint a mobil telekommunikációs eszközök az elmúlt 15 évben. Ez a jelenség többek között annak köszönhető, hogy egyre több szektor kapcsolódik be az ilyen típusú eszközök fejlesztésébe, gyártásába. Az ágazat tíz évvel ezelőtti húzó szegmensei (filmipar, térképészetet kiszolgáló eszközök, játékipar, mezőgazdaság) kiegészültek a hagyományos ipari területek képviselőivel. Ezekben a területeken megjelentek a főként szállítási feladatra tervezett eszközök, amelyek szinte kizárólag forgószárnyasok. A fejlődés menete a merevszárnyas eszközök esetében (SUAV¹ területen) valamivel lassabb, mivel ezeknek az eszközöknek a fő felhasználási területe katonai jellegű. Mivel nincs közvetlen tömeges piaci értékesítés, valamint a felhasználói kör is szűkebb keresztmetszetű, ezért a piaci elvárásokból és a versenyből eredő folyamatos fejlesztési kényszer is gyengébb. Katonai területen a precíziós csapásmérésre alkalmas kamikaze drónok megjelenése jelent fordulópontot, mivel ezeknek a merevszárnyas eszközöknek az ára a hagyományos levegő-föld alkalmazású eszközöknek az ezrelékeiben mérhető. Az ilyen típusú eszközök akár órákon keresztül képesek a kijelölt légtérben tartózkodni, továbbá alkalmasak a támadás megszakítására, és a harci részt visszabiztosítva, az indítási helyre visszatérve újra bevethetők.

A pilóta nélküli eszközök fejlődését a szoftveroldalon tovább erősíti az alakfelismerő alkalmazások térnyerése, amelyek lehetővé teszik a teljesen önálló autonóm alkalmazást. Ezeknek a kamikaze eszközöknek a rendszerbe állítása és a kezelőállomány kiképzése eltörpül egy katonai repülőgép-vezető képzésének költségei mellett. Ha rendszeresítésre kerülnek, biztonságpolitikai szempontból elsősorban a területi igényekkel fellépő instabil politikai berendezkedésű országok jelentenek majd veszélyt. Ennek a problémának a vizsgálatával az elmúlt években több kutatóintézet (pl. a Jane's) foglalkozott. Az említett technológiai fejlődés

civil oldalról is veszélyt jelenthet, hiszen a szabályozás nélküli, rendezetlen viszonyok miatt, a potenciális elkövetői körök képesek lehetnek olyan eszközöket beszerezni, amelyek segítségével dróntámadásokat hajthatnak végre.

ESEMÉNYEK ÉS TÁMADÁSOK AZ ELMÚLT ÉVEKBE

A pilóta nélküli forgószárnyas eszközök megbízhatóságának és teljesítményének fejlődése nyomán, már több mint 10 évvel ezelőtt megjelentek a piacon azok a forgószárnyas drónok, amelyek alkalmasak voltak kis tömegű hasznos teher célba juttatására. A szakterülettel foglalkozó szervezetek néhány képviselője már igen korán figyelmeztetett az új típusú eszközök által jelentett potenciális veszélyre, azonban mégis egy áldozatok nélküli akció kellett ahhoz, hogy felhívja a figyelmet a veszély tényleges mértékére.

2014 októberében, a Labdarugó Európa Bajnokság kvalifikációs mérkőzése során, a belgrádi Partizan stadionjába belebegett egy forgószárnyas eszköz, amelyre egy nagy Albániát ábrázoló zászló volt erősítve [1]. Az albán elkövetők az akció végrehajtására egy népszerű és nagyon elterjedt DJI² Phantom típusú eszközt alakítottak át. A cél egyértelműen a szerb szurkolók provokálása volt, mégis a szakma képviselőin túl, a közvélemény előtt ez az esemény tette egyértelművé, hogy az új eszközök, egyben új típusú fenyegetettséget is jelentenek.

Szintén áldozattal nem járó tevékenység volt a Londont kiszolgáló gatwicki repülőtér közelében, 2019 decemberében bekövetkezett esemény. Az egy pályával rendelkező diszkont repülőtér több napra megbénult a bevezető légifolyosótól nem messze feltűnő drónok miatt. A brit nemzetgazdaság több százmillió fontos veszteséget szenvedett el, valamint az amúgy is zsúfolt légtér szerkezet ideiglenes áttervezése további, dominóhatást váltott ki. Az esemény 1000 járatot és 140 000 utast érintett [2]. A helyzet megoldására a hadsereg elektronikai hadviseléssel foglalkozó speciális alakulatainak, valamint a titkosszolgálatok együttes akciójára volt szükség. Az akció során olyan civil személyeket

ÖSSZEFOGLALÁS: A drón alkalmazáson alapuló eljárások fejlődése során nemcsak a gazdasági élet szereplői előtt nyílnak meg új területek, hanem a nemzetközi terrorszervezetek is új típusú terrorcselekményeket hajthatnak végre. A hagyományos biztonsági struktúrákon túlmutatva, ezeknek a támadásoknak a kivédése mind technológiai, mind titkosszolgálati vonatkozásban új kihívásokat jelent.

KULCSSZAVAK: drón alapú eljárások, új típusú terrorcselekmények, tömeges dróntámadás, mikro légvédelem, drónelhárító rendszer, ISIS

ABSTRACT: During the development of drone technology, new fields of opportunity have opened up not only for the various participants of the economy but also for international terrorist organisations, who are now able to carry out new types of acts of terror. Going beyond conventional security frameworks, averting these attacks means new challenges from the perspective of technology and the secret services.

KEY WORDS: drone technology, new type of acts of terror, mass drone attack, micro air defence, anti UAV system, ISIS

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



1. ábra. Brit vállalatok együttműködéséért fejlesztett, a Gatwick-i repülőtérre telepített drónelhárító (Anti UAV Drone – AUDS) rendszer (Forrás: basecuritysystem.co.uk)

vettek őrizetbe, akik nem rendelkeztek semmilyen komolyabb technikai képzettséggel, és terrorszervezetekkel sem tartottak fenn kapcsolatot. Ez a tény azért figyelemre méltó, mert ha ilyen „amatőr” elkövetők ekkora problémákat voltak képesek okozni, akkor el lehet képzelni, hogy egy műszaki háttérrel rendelkező, szervezett elkövetői csoport milyen nagyságrendű akcióra lenne képes. Az incidenseket követően a repülőtér több millió fontos fejlesztéseket hajtott végre, amelyeknek köszönhetően fixen telepített drónelhárító rendszerrel védik – elsősorban a pálya két végén található – leginkább veszélyeztetett területeket. (1. ábra.)

Figyelemfelkeltő ellenséges akció volt a Szaúd-Arábia területén 2019. szeptember 14-én végrehajtott támadás [3]. A két központi olajfinomítóban, Abkaikban és Huraiszban végrehajtott támadást merevszárnyú eszközökkel követték el. A jelentős termelés kiesést okozó cselekmény komoly előkészületet feltételez, mivel a létesítmények stratégiaileg fontos részeit, jól megválasztott berepülési útvonalakon érkező eszközök tették tönkre. A valószínűleg houth nemzetiségű [3] elkövetők által indított eszközök ellen a szaúdi integrált légvédelmi rendszer képtelen volt tevékenykedni, hiszen ezeket a rendszereket nem az alacsonyan repülő, kis visszaverő felülettel rendelkező, pilóta nélküli eszközök ellen fejlesztették ki.

A HUMÁN FAKTOR JELENTŐSÉGE

Az Iszlám Állam terrorszervezet létrejötté, gyors szervezeti fejlődése és hatékony toborzási tevékenysége ismételtelen bizonyította, hogy saját társadalmainkhoz hasonlóan, a terrorszervezeteknél is generációváltás megy végbe. A komoly műszaki problémákat is megoldani képes terroristák létezésére az első kézzelfogható bizonyíték az Amerikai Egyesült Államok területén felkészülő terrorcsoportot vezető Mohamed Atta alakjának megjelenése. Az egyiptomi Atta a Hamburgi Műszaki Egyetem egykori hallgatójaként [4] képes volt a szeptember 11-i terrorcselekmények operatív végrehajtását hatékonyan megtervezni, és a végrehajtást összehangolni. A terrorszervezet egyik meghatározó alakjának, Khalid Sheikh Mohammed alapötletét tovább fejlesztve, mérnökként megvizsgálta a leghatékonyabb becsapódási szögeket, valószínűleg rájött az égő üzemanyag és a teherviselő acélszerkezetek közötti összefüggésre. Megtervezte a repülési útvonalakat, a támadást a legapróbb részletekig kidolgozta és még olyan apróságokra is odafigyelt, hogy légiforgalmi szempontból a legnehezebben átlátható területen kapcsolja ki a transpondert (radar-válaszjeladót).

Az ISIS⁴ megjelenését követően olyan európai műszaki-informatikai felsőoktatásban végzett személyek is csatlakoztak a terroristákhoz, akik tudása alkalmas annak a tanulási folyamatnak a végigvitelére, amely a dróntámadások végrehajtásához szükséges. Ezeknek a személyeknek az egyéni fejlődésében meghatározó lehet, hogy az ISIS berkein belül az iraki hadsereg egykori szunnita tisztjeitől azt is megtanulhatták, hogy miként tervezzék meg hatékonyan a saját csoportjuk tevékenységét [5]. Az ISIS széthullását követően, a szervezet egykori tagjai Európába hazatérve, az elsajátított ismeretek birtokában tervezhetik meg újabb támadásaikat immáron az Európai Unión belül. Olyan elkövetői körrel van szó, amelynek tagjai képesek a saját maguk által végzett tevékenységeket objektíven kiértékelni, és a levont következtetéseket megfelelően hasznosítani. Az alapvető (forgószárnyas) dróntechnológia az ISIS tagjainak nem ismeretlen, hiszen azt a szervezet által készített több propagandavideóban is alkalmazták, illetve kísérleti jelleggel hagyományos gravitációs bombavetéssel is próbálkoztak (erről az akcióról az egyik legnagyobb videomegosztó oldalon ma is elérhető a felvételek). (2. ábra.) A lehetséges dróntámadások sikeres végrehajtása során az elkövetők részére inkább az EU területén történő előkészítés, mint a technikai végrehajtás jelenti a nagyobb kihívást.

A potenciális elkövetők toborzása során lényeges szempont, hogy bár az eszköz megsemmisül, az elkövető azonban túléli a támadást és nagy valószínűséggel elkerüli a közvetlen elfogást is. Egy sikeres, vagy sikertelen támadást követően a tapasztalatok kiértékelhetők, így az elkövetői kör képes lehet az eszközök alkalmazásának folyamatos fejlesztésére. (Bár jóval szerényebb technológiai környezetben, de ilyen jellegű fejlődést láthatunk az elmúlt években az improvizált robbanóeszközök készítése és „kreatív” alkalmazása terén is.)

A terrorcselekmények elkövetői soraiban is megjelent a Z generáció. Ez a korosztály internet alapú társadalomba született, és szocializációjának jelentős része a (radikális) közösségi médián keresztül zajlott. Az információk azonnali megosztása, a képi anyagokban történő kommunikáció fontossága ennek a korosztálynak alapjaiban meghatározza a gondolkodásmódját. Ennek az új típusú gondolkodásmódnak a megjelenése jól nyomon követhető az európai célpontok kiválasztása során. A Nizzában és Barcelonában végrehajtott terrortámadások alkalmával a szemtanúk képeket és videókat töltöttek fel mobiltelefonjaikról a közösségi médiafelületekre. A terroristák fő célját, a félelemkeltést (a közösségi médián keresztül) nagyobb átütő erővel próbálják megvalósítani, amire az Ariana Grande⁵ manchesteri koncertjén elkövetett öngyilkos robbantásos merénylet szolgált példaként. Az elkövetők részéről a rendezvény kiválasztása is tudatos lehetett, mivel Ariana Grande elsősorban a Z generáció kedvence, annak a generációnak, amelynek tagjai a koncertről a külvilág számára szinte online közvetítették okostelefonjaikon a merényletet követő percek szörnyű eseményeit. (A merényletben 23-an meghaltak, közel 120-an megsebesültek.) A megosztások exponenciálisan növelték a merénylet másodlagos pszichológiai hatásait. A koncertet követően megjelent ISIS által készített montázs ábrázoláson a merénylet eszközeként már repeszgránátokkal felfegyverzett drónok láthatók.

MAGYARORSZÁG VESZÉLYEZTETETTSÉGÉNEK MÉRTÉKE ÉS JELLEGE

Hazánkban nincsenek jelen a radikális iszlám követői. Magyarország veszélyeztetettségét a kormány biztonság- és külpolitikája, továbbá a hagyományos keresztény értékek





2. ábra. A közösségi médiafelületeken megjelenő, ISIS propagandaanyag (Forrás: Facebook)

védelve és azok nemzetközi szinten történő intenzív kommunikációja határozza meg. Az ország által képviselt értékek az iszlám társadalmakba visszatérő európai terroristák körében szimbolikus célponttá válhatnak. Az ilyen jellegű célpontokon túl az ipari területek is egyre nagyobb fenyegetettségnek vannak kitéve. A 2019-ben bekövetkezett, Szaúd-Arábia központi kőolajfinomítója ellen elkövetett összehangolt dróntámadás ismételt felhívta a figyelmet az érzékeny ipari célpontok (házánk esetében például: Paks) sebezhetőségére. Magyarország rend- és honvédelmi szervei rendelkeznek a védelemhez szükséges eszközökkel, eljárásrenddel és jogszabályi felhatalmazással a védekezéshez, illetve ezek további fejlesztése jelenleg is folyamatban van. Magyarországon leginkább egy szimbolikusnak tekinthető országos vagy nemzetközi esemény, illetve nagy médiafelületen megjelenő tömegrendezvény lehet nagyobb veszélynek kitéve.

Az 1938-as sikeres megrendezése után, 2021-ben ismét Magyarország ad otthont az Eucharisztikus Kongresszusnak. Ez a rendezvény az utóbbi időben a modern keresztény világ legnagyobb tömegrendezvényévé vált, jelentőségét jól mutatja, hogy a legutóbbi, Ázsiában megrendezett világkonferenciának volt olyan napja, ahol több mint 1 millió katolikus hívőt regisztráltak. A COVID-19 világjárvány miatt az eredetileg 2020-ra tervezett rendezvényre a tervezettnél kisebb látogatószámot várnak, azonban még így is az utóbbi évek legnagyobb tömegrendezvényének ígérkezik hazánkban.

LEHETSÉGES ELKÖVETÉSI MÓD ÉS VÉDELEM

A terrorcselekmények egyik gyakori elkövetési módja, amikor az elkövetők forgószárnyas eszközt, vagy eszközöket vetnek be. Ennek oka a könnyű elérhetőségben és a „felhasználóbarát” alkalmazásban keresendő. Olyan eszközöket alkalmazhatnak, amelyek képesek külső függesztmény, vagy hasznos teher hordozására. Mivel a hordozóeszközök is megsemmisülnek, ezért nincs szükség bonyolult célzóberendezés létrehozására sem.

Az utóbbi időszakban, a piac bővülésével párhuzamosan egyre könnyebbé válik a középkategóriás pilóta nélküli eszközök beszerzése. A nyilvántartási rendszerek hiánya nemcsak az alkalmazásra, hanem a piaci értékesítésekre is hatást gyakorol. Reális a veszély, hogy hamis, vagy lopott adatokkal beszerezhető olyan eszköz, amelyre kis tömegű robbanótest szerelhető. Ezeknek a beszerzése egyszerűen megvalósítható, így az illegális fegyverbeszerésnél megfigyelhető fiktív fedőszervezetekre sincs szükség.⁶ A támadásra történő felkészülés rendkívül egyszerűen, egy kis méretű forgószárnyas eszközzel megoldható, a végrehajtás előtt mindössze néhány tesztrepülés szükséges a súlyhatárok és a manőverezőképesség, valamint az adatátvitel erősségének ellenőrzése céljából. (3. ábra.) Az elkövetők számára nagyobb kihívást jelenthet a kis méretű



3. ábra. Tömeges dróntámadást ábrázoló montázs [6]

repszgránát, és az ahhoz illeszkedő gyújtószerkezet elkészítése. A balkáni fegyverkereskedő csatornákon keresztül napjainkban is bejuttathatók Európába olyan katonai eszközök, amelyek átalakításával a harci rész megvalósítható.

Az elkövetői oldalt vizsgálva, a legkomolyabb problémát azok az ISIS-ből hazatérő második generációs fiatalok jelentik, akik a szervezetnél folytatott tevékenységük során megtanulták az improvizált robbanóeszközök készítésének alapjait. Ilyen alapismeretekkel rendelkező személy képes arra, hogy olyan harci részt készítsen, amely az adott eszköz súlykorlátaiba belefér, és nagy biztonsággal képes működni. Mivel az ilyen típusú tevékenységeknél kamikaze drónként alkalmaznak egy alapvetően nem erre a célra fejlesztett gépet, ezért kioldó szerkezetre sincs szükség, ami tovább egyszerűsíti az eszköz elkészítését és működtetését. Fontos megemlíteni, hogy a másodlagos pszichológiai hatás miatt valószínűleg a támadást magáról ez eszközről is filmezni fogják, és az így készített felvételeket a későbbiekben promóciós anyagokban is felhasználhatják.

A TÁMADÁS ELKÖVETÉSÉNEK LEGVALÓSZÍNŰBB TEÓRIÁJA, ÉS A VÉDELEM TÍPUSAI

A célterület felderítése, valamint a támadás helyének és időpontjának meghatározása során, a kiválasztás két irányból történhet. Technikai oldalról kiemelt szempont a hordozó gépjármű optimális távolságban, a célpont közelébe történő kijuttatása, az eszköz feltűnésmentes indítása, illetve a rávezetés akadály- és zavarásmentes végrehajtása. (Az elkövetők szempontjából ez tekinthető a leggyengébb pontnak.) Az utóbbihoz egy olyan magaslati (épület) pont kiválasztása szükséges, ahonnan a vezérléshez szükséges kimenő jel megfelelő erősségű. Ennek a pontnak a kiválasztása során az elkövetők valószínűleg az optimális menekülési útvonalakat és módokat is feltérképezik. Bár megvalósítható, mégsem valószínű, hogy GPS-koordináták alapján, előre programozott útvonalon történjen a rávezetés. A hatékony védelem mellett szól, hogy az utóbbi időben a GPS-zavarásra képes eszközök komoly fejlődésen mentek keresztül. Az ilyen típusú eszközök kezelőit a megfelelő helyre telepítve, hatásos védelmet képesek biztosítani a nyilvános rendezvények számára abban az esetben, ha az elkövetést GPS-alapú eszközzel kísérik meg. Közvetlen vezérléssel működő eszközök esetén az elhárítás szempontjából a legnagyobb kihívást az alkalmazott frekvenciák felderítése jelenti. A jelenleg fejlesztés alatt álló, vagy a már rendszerbe állított eszközök egy erősen korlátozott, adott adatbázisból képesek működni. Az elkövetők a legbiztosabban akkor tudják végrehajtani a támadást, ha egy kis szériában gyártott, ismeretlen, különböző helymeghatározó rendszerek között váltani képes eszközt választanak. Mivel a dróntámadások rövid idő alatt lezajlanak, ezért a támadást végrehajtó eszköz vizuális érzékelésére, a drón által használt frekvenciák felderítésére, illetve az ellentévékenység megkezdésére rendkívül kevés idő áll rendelkezésre. (4. ábra.)



4. ábra. Az USAF által üzemeltetett mikrohullámú THOR rendszer, „konténeres” telepítésben [7]

Jelentős fejlődés ment végbe az impulzus alapú fegyverek terén. Ezen eszközök közé tartozik Raytheon által fejlesztett nagy teljesítményű mikrohullámú HPM (High Power Microwave) komplexum is. Mivel a rendszer a térben aránylag nagy felületen dolgozik (lefedi a tér egy részét), ezért hatásos lehet a tömeges támadás elleni védelem során. Működési elvét tekintve, két fokozatban frekvencia- és rádiókommunikációs zavarást hajt végre. Az erősebb kimenő teljesítmény esetén már nem a kapcsolat leválasztása, hanem az eszköz károsítása a cél.

A bemutatott biztonsági problémák megoldására az elfogó drón alkalmazása is felmerülhet. Az elfogó drónok feltűnése, a kezdeti látványos bemutatók után a közelmúltban visszaesett. A visszaesés fő oka az „egy az egy ellen” történő alkalmazás alapvető korlátjaiban keresendő. A drón alapú támadások fő motívumát adó „túlterheléses csapásmérés” esetén ugyanis az elfogó drón nem vethető be. Az alapvetően nagy magasságban repülő merevszárnyas pilóta nélküli eszközök elhárítása során – felhasználási korlátai miatt – az ún. HEL- (High-Energy Laser) rendszerek sem jöhetnek szóba a tömegrendezvények biztosítása során.

AZ AZONOSÍTÁS PROBLÉMÁJA

A nagy televíziós, valamint internetes médiafelülettel rendelkező rendezvények egy további problémát is fölvetnek a védelem megszervezése terén. Ez a probléma a levegőben egyszerre jelen lévő több (legalább 5 db) pilóta nélküli eszköz, amivel az adott terület mikro légtérre túlszűfoltta válik. Ilyen szempontból hazánkban leginkább talán a könnyűzenei fesztiválok a legvesélyeztetettebb rendezvények. Az elsősorban a fiatalokat érintő tömegrendezvényeken megjelenő kis méretű forgószárnyas eszközöket nemcsak a média képviselői, hanem magánszemélyek is alkalmazzák. Ezek a fesztiválok nemcsak a televíziótársaságok, hanem internetes bloggerek, valamint „Youtube személyiségek” is készítenek videós tartalmakat, amikhez forgószárnyas eszközöket használnak. A levegőben egyszerre jelen lévő eszközök miatt a támadás végrehajtására alkalmas drónok képesek „elveyülni”, ezért a jövőben a mikro légvédelmek tervezésekor is foglalkozni kell a barát-/ellenség-azonosítás kérdésével.⁷

MEGELŐZÉS ÉS FELKÉSZÜLÉS

A dróntámadások lehetősége napjainkra már nemcsak fikció, hanem valós veszélyforrás. A sikeres elhárítás alapfeltétele a rugalmasan telepíthető mikro légvédelmi rendszerek folyamatos fejlesztése. A hatékony védelem kulcsa a hatékony együttműködés. A jövőben az elektronikai hadviselés és pilóta nélküli eszközök területén jártas szakembereknek folyamatosan együtt kell dolgozniuk a titkoszolgálatok munkatársaival annak érdekében, hogy a lehetséges „elkövetői trendekre” a lehető leggyorsabban

tudjanak felkészülni, majd reagálni. Mivel műszaki szempontból a terrorcselekmények elkövetői nem hagyományos sémák mentén gondolkoznak, ezért a védelmet tervező szakembereknek is képesnek kell lenniük nem hagyományos sémákat alkalmazva, kreatív módon leküzdeni az ismeretlen veszélyeket.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] „People behind drone chaos had ‚detailed knowledge’ of Gatwick.” *The Guardian*, 2019. 09. 17. Elérés: 2021. 01. 15. <https://www.theguardian.com/uk-news/2019/sep/27/gatwick-drone-disruption-perpetrators-detailed-knowledge-airport-police-report>;
- [2] „Serbia vs Albania Euro Qualifier: Shadowed by Past and DJI Phantom Drone” *Drone examiner* 2015.01.12. Elérés: 2021. 01. 15. <http://www.droneexaminer.com/drone-news/serbia-vs-albania-euro-qualifier-shadowed-by-past-and-dji-phantom-drone.html>;
- [3] „Saudi Arabia oil facilities ablaze after drone strikes” *BBC* 2019. 09.14. Elérés: 2021. 01. 15. <https://www.bbc.com/news/2019/sep/14>;
- [4] „Inside The Terror Network / Mohamed Atta” *PBS Frontline*. Elérés: 2021. 01. 15. <https://www.pbs.org/wgbh/pages/frontline/shows/network/personal/whowere.html>;
- [5] Coles, Isabel és Ned Parker. „How Saddam’s men help Islamic State rule” *Reuters Investigates* 2015. 12.11. Elérés: 2021. 01. 15. <https://www.reuters.com/investigates/special-report/mideast-crisis-iraq-islamicstate/>;
- [6] Cardinal, David. „Killer Robot Drones are Coming to a Military Near You” *ExtremeTech* 2017. 08. 14. Letöltés: 2020. 12. 12. <https://www.extremetech.com/extreme/254106-killer-robot-drones-coming-military-near>;
- [7] Liptak, Andrev. „The US Air Force has a new weapon called THOR that can take out swarms of drones” *The Verge* 2019. 07. 21. Letöltés: 2020. 12. 21. <https://www.theverge.com/2019/6/21/18701267/us-air-force-thor-new-weapon-drone-swarms>.

JEGYZETEK

- 1 Small Unmanned Air Vehicle (SUAV) – kis méretű pilóta nélküli légi jármű.
- 2 Shenzhen Dajiang Baiwang Technology Co., Ltd. – Kínai székhelyű multinacionális vállalat (<https://www.dji.com/hu/company>).
- 3 A magyar sajtóban általában húsi vagy hűti lázadókról olvasunk. A Houthi egy iszlám politikai és fegyveres mozgalom, amely az 1990-es években Sa’dah-ból jött létre Jemenben, alapítója a Houthi törzsből származott (a szerk.).
- 4 Islamic State of Iraq and Syria – Iszlám Államként is ismert szunnita dzsihadista terrorszervezet.
- 5 Ariana Grande-Butera (1993–) amerikai színésznő, énekes, dalszerző.
- 6 A tanulmányt a szerző a pilóta nélküli légi járművekre vonatkozó jogszabályok 2021 januári változása előtt írta, a fenti megállapítás a korábbi jogszabályi környezetben helytálló. 2021. január 1-től Magyarországon csak a HungaroControl mobilalkalmazásának használatával reptethető a pilóta nélküli légi járművek. A törvény értelmében a légiközlekedési hatóság nyilvántartásba veszi a drónokat és üzembentartóikat is, és attól kezdve a magyar légtérrel kizárólag a nyilvántartásba vett járművek használhatják (a szerk.).
- 7 A kötelező regisztrációról szóló új szabályozás ebben az irányban is bizonyos védelmet jelent, hiszen a kritikus légtérbe belépő azonosítatlan légi járművet eleve fenyegetésnek lehet tekinteni.



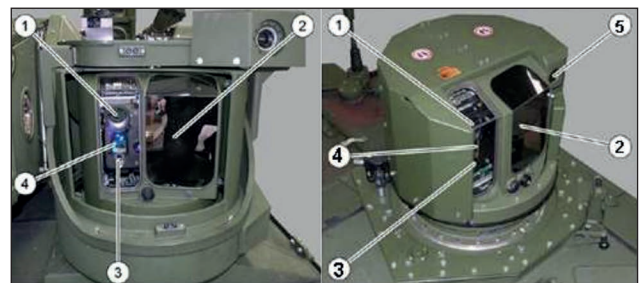
25. ábra. A digitális környezet jövőbeli elképzelése, középen egy Lynx KF41-es harcjárművel [18]

Ocskay István*

A Lynx harcjárműcsalád fejlesztése, technikai leírása és jövője III. rész

A Lynx (Hiúz) a 21. századi elvek alapján épített egyik legkorszerűbb lánctalpas gyalogsági harcjármű. A tanulmány első része részletesen ismertette a Lynx harcjárművek fejlesztésének történetét, főbb technikai paramétereit, jellemző technikai megoldásait és meghatározó részegységeit. A második részben a motor és az erőátviteli berendezések, a futómű és a felfüggesztés bemutatására került sor. A szerző ismertette a moduláris Lance torony szerepét, képességeit, valamint a fő fegyverzetként beépíthető géppágyú, illetve a javasolt lőszer típusait. A harmadik rész az elektro-optikai érzékelőrendszerek működéséről, valamint az irányzó és a parancsnok toronyban elhelyezett munkaállomásairól ad áttekintést; majd a rakétatároló egységeket, a szenzorrendszereket és az érzékelőket ismerteti. Végül a Magyar Honvédség Lynx-szel kapcsolatos terveiről és a harcjármű hazai gyártásáról olvashatnak az érdeklődők. A Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretében beszerzett harcjárművek 2022-től a Magyar Honvédség nehézdandár képességét erősítik.

Az irányzó és a parancsnok stabilizált elektro-optikai érzékelőrendszerei (SEOSS) teljesen megegyeznek, sérülés vagy technikai probléma esetén az egyik a másikkal kicserélhető. A SEOSS-S²⁸, az irányzó figyelőműszere fix, míg a SEOSS-P²⁹, a parancsnok figyelőműszerei 360°-ban körbe forgathatók. A két db, két síkban stabilizált figyelő- és irányzóműszer 100%-osan képes egymás funkcióinak átvételére, a parancsnok is láthatja ugyanazt a képet, amit az irányzó figyel. Az irányzó rendszere a toronnyal együtt



26. ábra. A Lance 1.0 torony SEOSS-S és SEOSS-P figyelőműszerei (1 – nappali CCD kamera, 2 – hőképkalkotó kamera, 3 – lézertáv mérő-adó, 4 – lézertáv mérő-vevő, 5 – 60°-os optikai kamera) (Fotó: Rheinmetall AG)

360°-ban mozog, míg a parancsnoké ettől függetlenül képes a 360°-ban történő figyelésre és tűzvezetésre. Nappali és éjszakai csatornával, valamint lézer távolságmérővel külön-külön is rendelkeznek, amelyek képesek 10 km-ig egyes személyek érzékelésére, vagy 2 km távolsáig akár egy harcos teljes azonosítására. Az éjszakai csatorna képeit egy 3. generációs Saphir hőképkalkotó kamera közvetíti, a lézertáv mérő mérési határa 10 km, az optikai rendszer tízszeres optikai nagyításra képes. A Lance 1.0 két figyelőműszere a 26. ábrán látható. A Lance 2.0 toronyban már az említetteknel korszerűbb figyelőműszerek helyezkednek el. A SEOSS-2P és SEOSS-2S felépítésükben teljesen megegyeznek, a két rendszer fejlesztése között eltelt időben

* Ezredes, MH Modernizációs Intézet, parancsnokhelyettes, K+F igazgató, NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Katonai Műszaki Doktori Iskola, ORCID: 0000-0003-0279-8215



27. ábra. Egy ausztrál Boxer CRV kerekos felderítő harcjármű Lance 1.0 tornyán lévő MSSA fegyverállvány, M2, 12,7 mm-es géppuskával szerelve [24]

megjelent innovációknak köszönhetően azonban, az éjjeli és nappali rendszerek detektációs képességei javultak, méretük, tömegük pedig csökkent.

Emellett a digitalizált rendszer képes mozgásérzékelésre és célfelderítésre is. A megfigyelt mozgást a rendszer automatikusan kivetíti az irányzófelületre, ahol egy további opcióként bekapcsolható az automata célkövetés funkció is. A digitális tűzvezetés keretében lézertáv mérő, rögzíthető lövéssorozat, lövészámpláló, különböző kameraképek megjelenítése és számos egyéb funkció is elérhető. A parancsnok bármikor képes átvenni az irányzó teljes feladatát, vagy célt jelölhet ki a számára.

Az eszköz az irányzóműszerek védelmére egy elektromos vezérlésű elhúzzható páncéllappal rendelkezik, amelyet a kezelőszemélyzet manuális módon, vagy az eszköz automatikus védelmi protokollja is aktiválni tud, mivel a figyelőműszerek optikai elemei nem repeszállók. A figyelő és digitális tűzvezető rendszer üzemideje motorindítás nélkül 8 óra. Elektromos áram nélkül a torony vízszintesen, a gépágyú függőlegesen egy forgatókarral manuálisan is mozgatható, de ez a szabályozás nem biztosítja az irányzást, csak azt teszi lehetővé, hogy a torony vagy a gépágyú egy nem kívánt helyzetből elmozdítható legyen. A gépágyú manuális, mechanikus elsütése is megoldott, de ezen felül a torony rendelkezik egy tartalék áramforrással, amely az elektromos elsütést biztosítja. Abban az esetben, ha mindkét figyelő és irányzóműszer meghibásodna vagy megsérülne, egy száloptikát alkalmazó, elektromos táplálást nem igénylő tartalék rendszerrel lehet elvégezni az irányzást. A digitális tűzvezető rendszert – a jármű többi elektromos rendszeréhez hasonlóan – elektronikus zavarás elleni védelemmel szerelték fel. A tűzvezető rendszer „bootolása” alatt, tehát a gép bekapcsolásától az operációs rendszer betöltődéséig 2-5 perc telik el, addig az eszközzel harctevékenységet végrehajtani nem lehet.

A figyelőműszerekhez tartozik annak a képességnek a biztosítása, amelyet hunter-killer, és killer-killer képességeknek nevez a nyugati szakirodalom. Mivel a harcjármű parancsnoka és az irányzó külön-külön is képes a fő fegyverzet irányzására, ezzel érvényesül a hunter-killer képesség. Az MSSA (Main Sensor Slaved Armament)³⁰ távirányí-

tott fegyverállvány vezérlését azonban csak a parancsnok végezheti, ezt a feladatot az irányzó nem veheti át. Ez a fegyver teljesen önállóan végzi feladatát a parancsnok irányítása alatt, ezzel érvényesül a killer-killer képesség is. Ez olyan esetben hasznos, amikor az irányzó tüzet vezet egy célra, majd a parancsnok észrevesz egy, a járműre veszélyt jelentő célpontot, amelyet a távirányított fegyverrel, az irányzó feladatvégrehajtásának zavarása, megszakítása nélkül le tud fogni, vagy képes leküzdeni. Az MSSA fegyverállvány és a vele egybeépített SEOSS-P figyelőműszer nagysága jól látható egy ausztrál Boxer CRV kerekos harcjárműre épített Lance 1.0 tornyról készült képen. (27. ábra.)

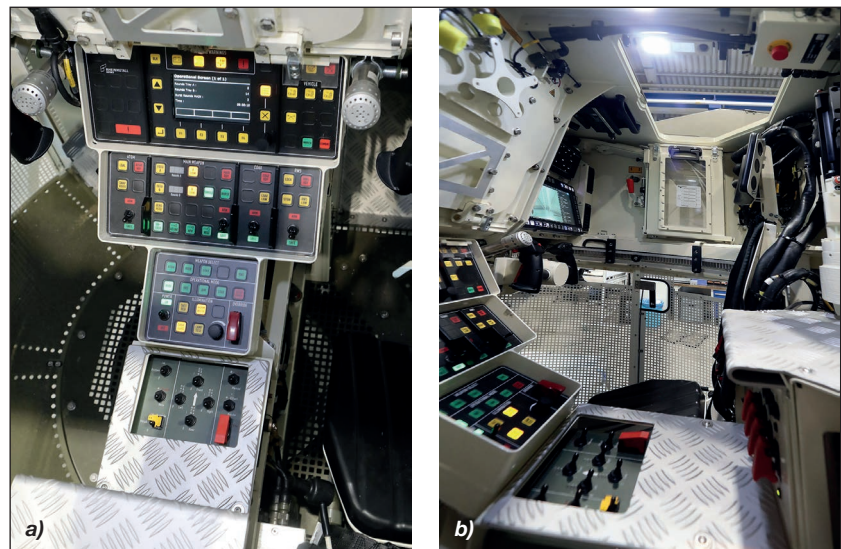
Az irányzó (bal) és a parancsnok (jobb) oldali munkahelyének kialakítása, és rendszerei a 28. ábrán láthatók. A toronyban található összes rendszer, fegyverzet – beleértve a rakétaindítást is – működtetését mindkét, a toronyban helyet foglaló személy végrehajthatja. A középkonzolon lévő monitoron minden olyan információ megjeleníthető, amely releváns lehet a harc megvívásához, akár a harcjármű vezetőjének információi is lekérhetőek az erőátvitel állapotáról.

Harcokcsik ellen a Lynx leghatékonyabb fegyvere a torony bal oldalára integrált rakétablokk, amely 2 db, az Eurospike³¹ által gyártott SPIKE LR vagy LR2 páncéltörő rakétát tartalmaz. Amíg a KF31 esetében a két rakétát egy külön, a torony bal oldalán található indítóba integrálták, addig a KF41 Lance 2.0 toronynál a rakétatároló egység a torony bal oldalának szerves részét képezi, az eszközök ebből hajthatók, illetve emelhetők ki, amint az a 29. ábrán látható.

A Lance 2.0 érdekessége továbbá, hogy a rakétablokk – a vevő igénye szerint – nemcsak a bal, de akár a jobb oldalra is felszerelhető, így négy tűzkész rakéta van a toronyban. A harcjárműben további két rakétát helyeztek el, amelynek betöltése csak a küzdőtér elhagyásával lehetséges. A két rakéta közötti különbség két részre osztható a képességek megjelenésében: egyik a továbbfejlesztett, másik az új rendszerek közé tartozik.

Az előbbiekk közé sorolható a hatótávolság, amely az LR verzióban 4000 m, az LR2 esetében pedig 5500 m. A fejlesztett nappali szenzorrendszer, valamint a robbanófej, további 30%-kal nagyobb pusztítóképeséggel rendelkezik. A Spyke LR2 rakéta újdonságai közé tartozik, hogy az elődjétől eltérően már hűtés nélküli infravörös szenzorral is

28. ábra. A Lance 2.0 torony munkaállomásainak „vezérlőközpontja”, valamint a parancsnoki munkaállomás nézete az irányzó felől (Fotók: Rheinmetall AG)





29. ábra. A Lance 2.0 torony lehajtható rakétablokkja két SPIKE LR2 makettel (jól láthatók a bal oldali 8 db ROSY gránátvető nyílásai) [18]



31. ábra. A Lance 1.0 toronynál alkalmazott ROSY ködgránátvető csövek kötege (Fotó: Rheinmetall AG)

felszerelt, valamint interoperabilitása képessé teszi a hálózat alapú harcér³² követelményeihez történő alkalmazkodásra. A fejlesztéseknek köszönhetően az utóbbi rakéta majd 1,5 kg-mal könnyebb, mint elődje, amelynek tömege 14 kg volt. A rakéták – több, mint 700 mm-es páncéltűtési képességükkel – napjaink legjobb páncéltörő rakétái közé tartoznak.

A rakéta használata történhet Fire and Forget³³, Fire and Observe³⁴ és Steering³⁵ módban is. Az első esetben a cél rögzítését és a rakéta indítását követően az irányzónak további feladata nincs a rakétával, az eszköz a megadott célt saját szenzoraival megkeresi és megsemmisíti. A második módban lehetőség van a rakéta repülési útja alatt a célterület vizsgálatára, és amennyiben az irányzó fontosabb, fenyegetőbb célt talál a repülés közben, akkor a rakéta irányítórendszerét felülírva, az új célra tudja vezetni a rakétát. Az utolsó módban a rakétát rögzített cél nélkül indítják el, majd a repülési fázis alatt talál számára célt az irányzó, amelyre rögzíti a rakéta irányítórendszerét. A SPIKE LR2 rakéta már a mesterséges intelligencia nyújtotta célanalízálási, felderítési képességgel is rendelkezik.

A harcjármű, és vele a torony is rendelkezik SAS³⁶ körkörös helyzetértékelő/figyelő rendszerrel, a beépített szenzorok és kamerák képei elérhetőek mind az irányzó, mind a parancsnok, mind a lövészek részére. A szenzorok hatótávolsága 400 m. A beépített kamerák között található passzív éjjellátó szenzorral is felszerelt, ezekkel lehetőség nyílik a harcjármű közeli 360°-os szögben történő mozgás

30. ábra. A harcjármű küzdőterében, a toronyoszorú védőrácsára felhelyezett nagyméretű digitális képernyő [18]



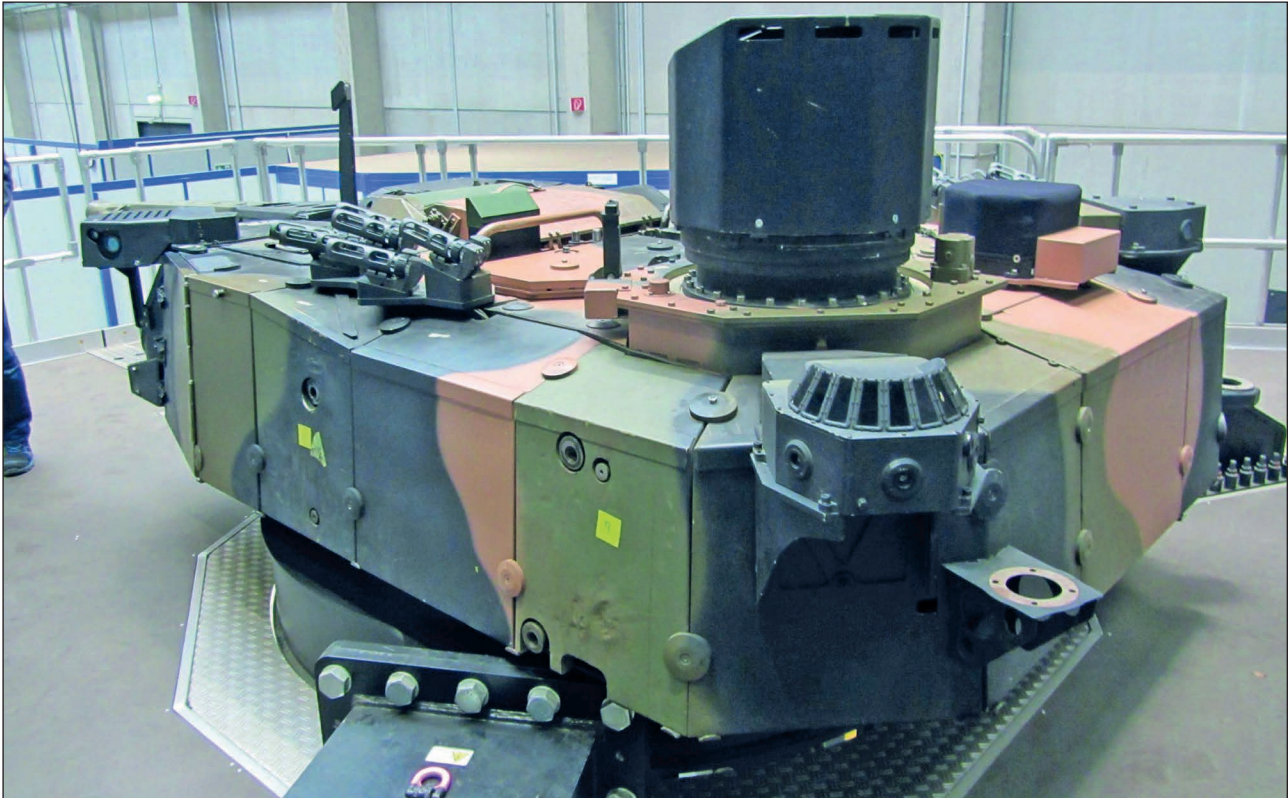
érezélesére. A küzdőterben digitális képernyő jeleníti meg a rendszer által közvetített képet, így a lövészek a harcjármű elhagyásakor már a parancsoknak megfelelően tudnak tevékenykedni, ismervé a környező terep jellegzetességeit. A digitális érintésérzékeny képernyőn változathatók a külső kamerák képei, valamint szabályozható a fűtés, szellőzés és a klímaberendezés is. A rendszer alkalmas a harcjármű alap funkcióinak ki- és bekapcsolására (fényszórók, irányjelzők, kürt) is. A kijelzőn a hadszíntéri taktikai rendszer elérhetősége is biztosított, valamint az egyes katonák által viselt digitális szenzorok jelei, az életfunkciók is megjeleníthetők. (30. ábra.)

A védelmi rendszerek között újítás a ROSY³⁷ rendszer, amely a régi típusú, 76 mm-es ködgránátvetők kiváltására létrehozott innovatív fejlesztés. Az alaprendszer 40 mm-es ködgránátot ló ki a legyező alakú, 5 gránát befogadására alkalmas kazettás rendszerből, amely a járműtől 25 m-en belül azonnali ködfüggőnyt képez. A ködgránát a lövés pillanatában a levegőben robban, így képes megteveszteni az infravörös vezérlésű rendszereket is. A ROSY indítása az irányzó feladata, de szinkronizálható a Rheinmetall által fejlesztett ADS³⁸ aktív védelmi rendszerrel is, amelynek célja a jármű védelme a kézi páncéltörő fegyverekkel és az irányított páncéltörő rakétákkal szemben. A Lance 1.0 toronyt még a régebbi, legyező alakban kialakított, 5 vetőcsövet tartalmazó köteggel szerelték fel úgy, hogy a kötegek egymásra maximum 3 sorban halmozhatók, amely kialakítás látható a 31. ábrán. A Lance 2.0 torony esetében azonban már az egyenként, különböző szögekben beállított vetőcsöveket alkalmazták. (29. ábra.)

Kevésbé ismert, hogy a Lance toronynak volt egy Lance Super-Light néven rendszeresítésre tervezett verziója is, amely az MTS Lance toronyhoz hasonlóan távirányított torony lett volna, amely a Lance 1.0-nál kisebb, de ahhoz hasonló kialakítású volt. Az MK30-2/ABM fegyverhez ebben az esetben azonban csak 2x75 db 30x173 mm-es löszert málháztak a torony külső palástja alá. Minden más tekintetben ez a torony megegyezett a nagyobb változatával, de eddig még nem alkalmazták.

SZENZORRENDSZEREK, ÉRZÉKELŐK

A harcjárművet körkörösén felszerelték egy, a Puma harcjárműnél is alkalmazott, de ott MUSS³⁹ rendszernek nevezett védelmi rendszer Lynx-re optimalizált változatával, mint az a 31. ábrán, egy „lecsupasztított” toronyon is látható.



32. ábra. Egy teszt Lance 1.0 tornyon elhelyezett érzékelő berendezések. A SEOSS-P parancsnoki figyelőműszer előtt a lézer-be-sugárzásjelző LWS, alatta az ASLS akusztikus érzékelő, tőle balra a ROSY rendszer gránátvetői láthatók (Fotó: Rheinmetall AG)

Ezek a modern szenzorrendszerek biztosítják a kezelőállomány részére a harc megvívásához szükséges releváns információkat. A SAS rendszer egyrészt 6 db, egyenként 60°-os látószögű SCM⁴⁰ 60 típusú kameramodullal rendelkezik, összesen 360°-os megfigyelési lehetőséggel. A kameramodulokra egymás mellé szereltek fel nappali és éjszakai kameraegységeket. A műszerek által generált és összeállított panorámakép a tornyban lévő kijelzőkön, illetve a küzdőtér digitális képernyőjén is megjeleníthető. A képekből nagyítások, kivágások, és egyéb „editálási” (szerkesztési) műveletek végezhetők. A két munkaállomásra többféle, akár előre programozható menüvel is rendelkezik, mint pl.: az optikák vezérlési lehetősége, a tűzvezető rendszer beállítása, hozzáférés az aktív védelmi rendszerhez, vagy a navigációs adatokhoz.

Ugyancsak a rendszer részét képezi az LWS⁴¹ érzékelőegység, amelynek érzékelési tartománya vízszintesen körkörösén 360°-os, függőlegesen -15° és +75° közötti, így alkalmas a levegőből érkező fenyegetések detektálására is. Az LWS által érzékelendő lézersugarak 800 nm – 1700 nm hullámhossz közöttiek. Ez a tartomány megegyezik az általánosan használt lézertáv mérő és célrávezető lézerek hullámhossz-tartományával.

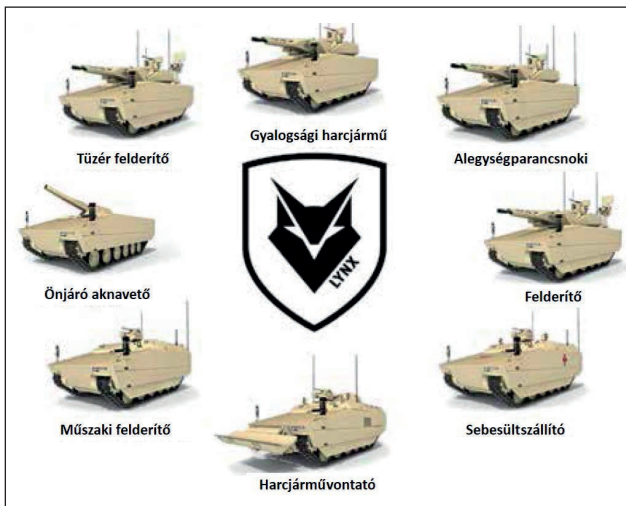
Szintén a rendszer elemét alkotja az ASLS⁴² akusztikai lövésérzékelő rendszer is, amely értelemszerűen körkörösén érzékeli a járműre irányuló lövések akusztikus jeleit. A rendszer érzékelőivel, háromszögeléssel kimutatható a lövés távolsága, magassága, iránya, és kombinálva a harcjármű GPS vagy inerciális (tehetetlenségi) navigációs rendszerével, pontosan behatárolható a fenyegetés helye és mértéke. A jármű teljes mértékben a korábban is említett NGVA⁴³ fedélzeti elektronika alapjaira épül, így a NATO-ban rendszeresített adathálózat lehetővé teszi, hogy a C4I⁴⁴ képességéhez tartozó híradástechnikai eszközök, rá-

diók, digitális InterCom rendszerek és SAS érzékelők az igényeknek megfelelően illeszkedjenek, és képesek legyenek az együttműködésre a harcjármű egyéb rendszereivel, vagy akár a küzdőtérben helyet foglaló digitális katona architektúrájával is.

A rendszerhez opcionálisan alkalmazható a Rheinmetall által kifejlesztett ADS aktív védelmi rendszer, amely ún. hardkill, azaz aktív beavatkozással védi a járművet az érkező fenyegetettségek – jellemzően az irányított páncéltörő rakéták és a kézi páncéltörő rakéta (RPG) jellegű fegyverek – ellen. Ezeket az aktív védelmi elemeket kombinálják a Lynx KF41 esetében a meglévő, és különböző szinten skálázható passzív kompozit páncéllal. Egy ilyen hibrid védelmi modult mutat be a 33. ábra.

33. ábra. A Lynx KF41 HPM⁴⁵ modulja [18]





34. ábra. A Lynx KF41 típusú harcjárműcsalád jelenleg tervezés alatt álló „családtagjai” (A szerző szerkesztése a [18] alapján)

A XXI. században már egyetlen harcjármű sem képzelhető el anélkül, hogy abban, illetve ahhoz ne integrálnának egy UAV-t vagy/és UGV-t, amely kiterjeszti annak detektálási képességét, figyelmeztet a nagyobb távolságról a kö-

zelgő veszélyre, tehát segíti az eszköz harctéri alkalmazását. A Lynx fejlett fedélzeti számítógépes rendszere lehetővé teszi ezen eszközök alkalmazását, az ezekből nyerhető adatmennyiség kezelését, feldolgozását. Ezen eszközök integrálását a vállalat biztosítja, és ajánlásában szerepelnek olyan eszközök, amelyekkel a harcjármű ellátható. Egy ilyen futurisztikus képet vetít elénk a 25. ábra.

A LYNX JELENE, JÖVŐJE

Jelenleg a Lynx harcjárműcsaládból csak két variánst mutattak be, a gyalogsági harcjárművet és a parancsnoki változatot. Ezek mellett – a jármű modularitásának és átalakíthatóságának köszönhetően – több, különböző feladatrendszerű eszköz fejleszhető ki. (34. ábra)

A Lynx-et azonban még egyetlen országban sem rendszerezítették. A gyalogsági harcjármű első nyilvános megjelenése 2018. december 18-án történt Katarban, a katarai nemzeti ünnep napjára rendezett felvonuláson. (35. ábra.) Katar, már 2013-ban rendelt a KMW német vállalattól Leopard 2A7Q és PzH 2000Q harckocsikat és önjáró lövegeket, de a Rheinmetall-tól történő lánctalpas harcjármű-beszerezés nem volt nyilvános. Publikus információ nem áll rendelkezésre arról, hogy az arab ország mekkora mennyiségben szerzett be Lynx KF41 típusú harcjárműveket.

A KF31 típus tesztelését azonban már 2017-ben megkezdte Csehország hadereje a Vyskovban létesített teszt-pályáján, tervezetten a hazai gyártású BVP-2 harcjárműveinek leváltására. A cseh hadsereg 210 db lánctalpas harcjármű beszerzését tervezi, amelyhez 3 éve megkezdődött a kiválasztott négyféle harcjármű (Puma, ASCOD, CV90/30 és Lynx KF31) tesztelése. Csehország eddigi legnagyobb katonai beszerzési tenderét már két alkalommal leállították (2018 március és 2019 augusztus), alapvetően pályázattechnikai okokból. Időközben a harcjárművel szemben megváltoztak a hadsereg igényei, követelményei, ennek következtében a négy kiválasztott járműből először a Puma harcjárművet zárták ki. Amikor a hadseregnél előtérbe került a kezelőkkel ellátott tornyok alkalmazá-



35. ábra. A katarai nemzeti ünnep felvonulását vezető rendőrségi Lynx KF41 harcjármű [9]

36. ábra. A cseh lánctalpas harcjárműtenderen, a Lynx KF41 mellett résztvevő ASCOD (bal) és CV90/30CZ (jobb) típusú harcjárművek (www.czjournal.com/gallery/)



sának követelménye, amelyre a Puma nem rendelkezett költséghatékony alternatívával, visszalépett a tendertől. A legutóbbi követelményváltoztatás miatt megnövekedett a harcjárművel szállítható katonák számával kapcsolatos elvárás is, ezért a Rheinmetall, a KF31 helyett az azóta kifejlesztett KF41-es harcjárművét állította „csatasorba” a kihívókkal szemben. A tender jelenlegi állapotában még nem ismert, hogy melyik harcjármű kerül ki győztesen, de logikus lépés lenne a cseh partner részéről a leendő magyar-német együttműködésben felépülő zalaegerszegi gyárhoz történő kötődés, amely a pályázaton Lynx harcjármű győzelmét jelenthetné. A Lynx KF41 harcjármű kihívói a 36. ábrán láthatók.

Európán kívül további két kontinensen is érdeklődnek a Lynx lánctalpas harcjárművek iránt. Ausztrália még 2015-ben indította el „Land Program 400 Phase 2” néven kereset harcjárműveinek leváltására azt a programot, amelyet a négy benevezett jármű közül a Boxer CRV⁴⁶ harcjármű nyert meg. Ennek jelentősége, hogy ezen a harcjárművön alkalmazták először a Lance 1.0 toronyt, és amelyet Ausztrália észak-keleti részén, Queensland tagállamában lévő Ipswich városba települő Milvehoe⁴⁷ gyárában állítanak majd elő. Itt gyártják majd az első 25 db Boxer harcjárművön kívül – amelyek végszerelése Németországban történik –, azt a további 186 db Boxer CRV felderítő járművet és további 12 db feladatorientált modult⁴⁸, amelyeket az Ausztrál Hadsereg (Australian Army) rendelt meg a tendernyertes Rheinmetall vállalatától.

Szintén Ipswich lesz a gyártási helyszíne Land Program 400 Phase 3, azaz a 383 db lánctalpas gyalogsági harcjármű, és további 17 db mozgásbiztosító jármű beszerzésére irányuló program nyertesének is. Jelenleg már csak két harcjármű áll versenyben ezen a 2019-ben indult tenderen, a Lynx KF41-es harcjármű és a dél-koreai Hanwha Defence által benevezett Redback AS21 típusú harcjármű, amely a 37. ábrán látható. Bár a dél-koreai harcjármű is a Lynx KF41-eshez hasonló képességekkel, sőt nagyon hasonló kialakítású páncéltessel és toronnyal rendelkezik, a 2022-ben várható döntésben biztos előnyként könyvelik el, hogy a Boxer és a Lynx harcjárművek tornyára már működőképes gyártási kapacitás áll rendelkezésre.

A harmadik érdeklődő az USA hadserege, amely a már 1985 óta rendszerben lévő különböző kialakítású Bradley harcjárművek váltótípusaként tekintett az eszközre. A korábban indult NGCV⁴⁹ programját 2018 októberében az OMFV⁵⁰ programmal váltotta fel. Olyan jármű nevezését várták, amely képes autonóm, távirányított módban is harcolni, de kezelőállománnyal is ellátható. Feltétel volt, hogy a C-17-es szállító repülőgéppel egyszerre két példányt tudjanak szállítani, valamint, hogy rendelkezzen az ún. killer-killer képességgel. A kiírás szerint az eszköz rendelkezzen min. 30 mm-es fő fegyverrel, de legyen képes a max. 50 mm-es, még fejlesztési stádiumban lévő XM 913 Bushmaster gépágyú átvételére is. A programba több harcjármű nevezését is elfogadták, közte a Lynx KF41-est, de indult emellett a BAE Systems a svéd eredetű CV90-es a US ARMY igényeihez igazított változatával, a General Dynamics Griffin III technológiai demonstrátorával, amely a brit AJAX Scout felderítő jármű alapjaira épült, valamint az ausztrál tenderen is induló dél-koreai Redback AS21 harcjármű. A programból még 2019 tavaszán kivonultak a svédék, majd egy bürokratikus probléma miatt kizárták a Lynx harcjárművét is, amely 2019. október 1-ig nem tudta szállítani a harcjárművét az Aberdeen Proving Range területén kezdődő teszthez. 2020 januárjában végül a US Army törölte a programot, mert a maradék két harcjármű sem tudta teljesíteni, az amúgy gyakorlatilag lehetetlen előírás-



37. ábra. A Hanwha gyár Redback AS21-es harcjárműve az ADEX 2019-es vásár bemutatóján (Fotó: defenceconnect.com)

kat. (Ilyen volt pl. a magas védelmi szintű páncélozás és az egy szállítógéppel szállítandó két eszköz képességeinek összehangolhatatlansága.) Nem sokkal később azonban a programot, más feltételekkel és követelményrendszerrel, ismét kiírták. Egyelőre csak a COVID-19 vírushelyzet akadályozza a résztvevőket, hogy nevezzenek, de a határidő lehetővé teszi az elhúzódo fejlesztések folytatását is. Biztosra vehető, hogy mind a négy eredeti jelentkező elindítja eszközét a jelentős beszerzési értéket képviselő programban.

A Magyar Honvédség, a Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretében, többek között egy nehézdandár képesség megteremtését tűzte ki célul 2026-os határidővel. Mivel a nehézdandár képesség nem létezhet gyalogsági harcjárművek, azon belül is lánctalpas harcjárművek nélkül, ezért már 2017-ben megkezdődtek a tárgyalások és a tesztek a Rheinmetall vállalatnál, akkor még csak Lynx KF31-es harcjármű-beszerzés előkészítése érdekében. Az eszköz tesztelése során nyert tapasztalatokat összevetették a meglévő hadművelési követelményekkel, és nyilvánvalóvá vált, hogy a kisebb harcjármű nem lesz alkalmas az MH követelményeiben és elvárásaiban szereplő feladatok maradéktalan teljesítésére.

Ezek alapján, a későbbiekben megismerve a KF41-es méretében nagyobb és képességeiben magasabb szintet biztosító harcjárműveket, a szakemberek javaslatot tettek ezen eszköz alapjaira épülő harcjárműcsalád beszerzésére. A szerződés aláírására, és bejelentésére 2020. augusztus 17-én került sor Unterlüsben, a vállalat székhelyén. Ezzel a szerződéssel Magyarország lesz a KF41 harcjármű első megrendelője és egyben gyártója is, hiszen a szerződéskötés bejelentését követte az eszközök gyártását végző zalaegerszegi központ zöldmezős beruházás keretében történő kialakítására kötendő megállapodás aláírása is. Így ez a gyár jelentős potenciállal fogja ellátni hazánkat, és az itt készülő termékek előtt akár a szomszédos országok piaca is megnyílhat.

A hazai igényeknek megfelelően átalakított eszközök mindegyike a KF41-es harcjármű alapjaira épül, amelyből az első 46 db Németországban készül. A sorozatgyártás során a magyarországi gyártást végző állomány megtanulja a harcjármű összeállításának minden fázisát. Az azt követő 172 db eszköz már hazai gyártóbázison készül. A toronnyal ellátott változatok mindegyikét Lance 2.0 tornyokkal, és az azokba beépített MK30-2/ABM gépágyúkkal szerelik, olyan opcióval, hogy az űrméretváltás lehetősége nagyobb átalakítások végrehajtása nélkül is biztosítható legyen. A hazai gyártás során jelentős magyar hozzáadott érték megjelenése várható, amely tervezetten élénkíteni fogja az adott régió iparát, és jelentős hazai munkaerő számára teremt munkalehetőséget.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] „Lynx gyalogsági harcjárműveket kap a Magyar Honvédség” Háború művészete, elérés: 2020. 09. 09. <https://www.haborumuveszete.hu/minden-ami-gurul/Lynx-gyalogsagi-harcjarmuveket-kap-a-magyar-honvedseg;>
- [2] „Marders to Jordan”, Below The Turret Ring, 2016. december 22, elérés: 2020.09.10. <https://below-the-turret-ring.blogspot.com/2016/12/marders-to-jordan.html>;
- [3] „Marder CCV/Evolution Infantry Fighting Vehicle” Military-Today.com, elérés 2020. 09. 10, http://www.military-today.com/apc/marder_evolution.htm.
- [4] „Evolution of the Schutzenpanzer MARDER 1 ~ Pt2”, Joint Forces News, 2018. április 8., [https://www.joint-forces.com/features/12770-evolution-of-the-schutzenpanzer-marder-1-pt2.;](https://www.joint-forces.com/features/12770-evolution-of-the-schutzenpanzer-marder-1-pt2;)
- [5] „«Рысь» – новая немецкая БМП”. Elérés 2020.09.18 <https://warspot.ru/6416-rys-novaya-nemetskaya-bmp>.http://www.military-today.com/apc/lynx_ifv.htm;
- [6] „Lynx-Fahrzeuge: Eine Neue Kettenfahrzeugfamilie”, ESUT - Europäische Sicherheit & Technik , 2020. április 1., [https://esut.de/2020/04/fachbeitraege/ruestung/19551/lynx-fahrzeuge-eine-neue-kettenfahrzeugfamilie/;](https://esut.de/2020/04/fachbeitraege/ruestung/19551/lynx-fahrzeuge-eine-neue-kettenfahrzeugfamilie/)
- [7] „Lynx KF-31/KF 41 Infantry Fighting Vehicle (IFV)”. Thai Military and Asian Region, 2018. szeptember 7. [https://thaimilitaryandasianregion.wordpress.com/2018/09/07/lynx-kf-31-kf-41-infantry-fighting-vehicle-ifv/;](https://thaimilitaryandasianregion.wordpress.com/2018/09/07/lynx-kf-31-kf-41-infantry-fighting-vehicle-ifv/)
- [8] „Lance” Deagel.com, elérés: 2021. 02. 02. <https://www.deagel.com/Cannons%20&%20Gear/Lance/a002205>;
- [9] „IFV Lynx by Rheinmetall has just been seen in Qatar” *Czech Defence Journal*, elérés 2021. 02.02., <https://www.czjournal.com/defence/ifv-lynx-by-rheinmetall-has-just-been-seen-in-qatar-136.html>;
- [10] „Rheinmetall Lynx KF-41” FragOut Magazin, elérés: 2021. 02. 04. <https://fragout.uberflip.com/i/1150145-frag-out-magazine-25/29?fbclid=IwAR3zqQ27Y6x6QZILHzCvixO0e356mSo2MoaiybwP9ZxYuZagSpBLhgSpsEQ>;
- [11] War Thunder - Official Forum. „Rheinmetall »Lynx« IFV”. Elérés 2021. február 4. [https://forum.warthunder.com/index.php?/topic/483835-rheinmetall-lynx-ifv/;](https://forum.warthunder.com/index.php?/topic/483835-rheinmetall-lynx-ifv/)
- [12] „Rheinmetall and Hanwha Shortlisted for Land 400 Phase 3 - Australian Defence Magazine”. Elérés 2021. február 4. <https://www.australiandefence.com.au/news/rheinmetall-and-hanwha-shortlisted-for-land-400-phase-3>;
- [13] „Šéf Rheinmetallu: Pokud někdo chce shodit tendr za 52 miliard na rozsahu hlavní zbraně, je to absurdní”. *Ekonomický deník*, 2020. szeptember 1. [https://ekonomickydenik.cz/sef-rheinmetallu-pokud-nekdo-chce-shodit-tendr-za-52-miliard-na-rozsahu-hlavni-zbrane-je-to-absurdni/;](https://ekonomickydenik.cz/sef-rheinmetallu-pokud-nekdo-chce-shodit-tendr-za-52-miliard-na-rozsahu-hlavni-zbrane-je-to-absurdni/)
- [14] Baranyai, Gábor. „German Defense Firm Urges Czech-Hungarian Cooperation in Arms Manufacturing”. *Remix*, 2020. szeptember 7. <https://rmx.news/article/article/german-defense-firm-urges-czech-hungarian-cooperation-in-arms-manufacturing>;
- [15] „Military Vehicle Centre of Excellence (MILVEHCOE) | State Development, Infrastructure, Local Government and Planning”. Elérés 2021. február 4. <https://www.statedevelopment.qld.gov.au/industry/projects/military-vehicle-centre-of-excellence-milvehcoe>;
- [16] Janes.com. „ADEX 2019: Hanwha Defense Unveils Prototype of AS21 Redback IFV”. Elérés 2021. február 4. <https://www.janes.com/defence-news/news-detail/adex-2019-hanwha-defense-unveils-prototype-of-as21-redback-ifv>;
- [17] „SU-63 - schroth.com | SCHROTH Safety Products”. Elérés 2021. február 4. <https://www.schroth.com/en/segments/commercial-defense/products/defense/details/show/su-63.html>;
- [18] *The Lynx Family - Defence Technology Review* (2020/2) Bonn: Mittler Report Verlag GmbH, 2020.;
- [19] *The Puma*, Projekt System & Management GmbH. 2016;
- [20] *Defence Technology Review Wehrtechnischer Report*, 4/2014;
- [21] *Defence Technology Review Wehrtechnischer Report*, 3/2018;
- [22] Ocskay István, „A Puma lánctalpas harcjármű rendszeresítésének útja a Bundeswehrben I-III. rész”, *Haditechnika* 54. évfolyam, 2–4. szám (2020) <https://doi.org/10.23713/HT.54.2.08>, <https://doi.org/10.23713/HT.54.3.10>, <https://doi.org/10.23713/HT.54.4.11>;
- [23] Ocskay, István. 2020. „Puma lánctalpas gyalogsági harcjármű és lehetséges megjelenése a Magyar Honvédség állományában”. *Hadmérnök* 15, 1 (2020):31–44. <https://doi.org/10.32567/hm.2020.1.3>;
- [24] https://defense-update.com/20190121_iron-fists-aps-for-the-australian-boxers.html.

JEGYZETEK

- 28 Stabilized Electro Optical Sensor System – Sector.
 29 Stabilized Electro Optical Sensor System – Panoramic.
 30 Main Sensor Slaved Armament – Fő érzékelő robotfegyverzet.
 31 40%-ban a Rheinmetall tulajdona.
 32 NCW – Network Centric Warfare.
 33 „Tűzelj és felejtse el”, azaz a rakétaindítás után az a saját rendszerei alapján keresi és semmisíti meg a célt.
 34 A „Tűzelj és megfigyelj” üzemmódban az eredetitől kijelölt más célok kiválasztása és megsemmisítése is biztosított.
 35 „Kormányzás” üzemmódban az irányzó kézzel vezeti a célra a rakétát, de bármikor megváltoztathatja annak becsapódási helyét.
 36 Situational Awareness System – körkörös helyzetértékelő/figyelő rendszer.
 37 Rapid Obscuring System – gyors álcázási rendszer.
 38 Active Defence System – aktív védelmi rendszer.
 39 Multifunktionales Selbstschutz-System – többfunkciós önvédelmi rendszer.
 40 Surveillance Camera Module – felderítő kamerarendszer.
 41 Laser Warning System – lézer(besugárzás) érzékelő rendszer.
 42 Acoustic Shooter Localisation System – akusztikus lövész lokalizáló rendszer.
 43 NATO Generic Vehicle Architecture – NATO közös jármű architektúra.
 44 Command, Control, Communications, Computers & Intelligence – vezetési, irányítási, híradó, informatikai és felderítő rendszer.
 45 Hybrid Protection Module.
 46 Combat Reconnaissance Vehicle – harcfelderítő jármű.
 47 Military Vehicle Centre of Excellence – Katonai jármű kiválósági központ.
 48 A Boxer harcjárművek is két részből állnak, a vezetői (driving modul) és a feladatorientált modulból (mission modul). A Boxer harcjárműveket rendszeresítő országok közül egyedülként Ausztrália vásárolt több feladatorientált modult, mint vezetői modult.
 49 Next Generation Combat Vehicle – újgenerációs harcjármű.
 50 Optionally Manned Fighting Vehicle – opcionálisan katonákkal (is alkalmazható) harcjármű.

Dr. Laczik Bálint*

Fejezetek a ballisztika XV. századi történetéből

Az Orbán-ágyú

Aviláguralomra törekvő II. Mehmed (1432–1481) oszmán-török uralkodó hadserege 1453-ban elfoglalta a Bizánci (Keletrómai) Birodalom fővárosát, Konstantinápolyt, a mai Isztambul. Az újkor történelmét döntően meghatározó eseményben fontos szerepet kapott a szultán szolgálatába szegődött, Erdélyben született tudós ágyúöntő és pattantyús, bizonyos Orbán mester.

A vallási kérdésekben meglepően türelmes török hatalom igen sikeresen hasznosította a keresztény államokból hitbéli, vagy más okok miatt menekülni kényszerült szakemberek tudását. Például a XV. században kezdődött ibériai zsidóüldözés, majd később a reformáció különféle ágazatainak menekültjei igen gyakran szegődtek a török szultánok szolgálatába.

A XV–XVII. századi oszmán-török birodalomban a társadalmi mobilitás lényegesen nagyobb volt, mint a korabeli európai országokban. A muszlim vallást felvevő, és a szultán szolgálatában elért eredményeikkel kitűnő katonák, valamint civil szakemberek gyakran magas, olykor éppen-séggel a legmagasabb állami méltóságokig is emelkedhettek. [12]

TÖRTÉNELMI FELJEGYZÉSEK

A Konstantinápoly különlegesen vastag, erős várfalainak ledöntésére használt Orbán-féle óriás ágyú az 1453-as ostrom során – állítólag az alkotóját is megölve – felrobant. Az eredeti löveg 1464-ben készült másolatai azonban – az ún. Dardanella-ágyúk – az angliai Hampshire melletti Fort Nelson erőd Royal Armouries múzeumban, valamint az isztambuli Hadtörténeti Múzeumban mindmáig megcsodálhatók.

Orbán mester ágyújának története több XV. századi krónikából is ismeret. [1], [2] A görög nyelvű szövegek magyar fordításai a szűkebb szakmai közönségnek szóló [3], valamint a Horthy-rendszer demonstratív, hazafias propaganda kiadványában [4] olvashatók. A török nemzeti büszkeség emlékeztető eseményét feldolgozó [5] film patetikus háttérbe ágyazva mutatja be Orbán személyét és csodafegyverét. A közelmúltban magyar nyelven megjelent kötet [15] népszerűsítő stílusban, de alapos feldolgozás nyomán,

számos történeti forráskutatásra támaszkodva ismerteti az óriás ágyú történetét.

A magyar nemzetiségű Orbán öntőmester, az egykori krónikák szerint 1452 körül érkezett Konstantinápolyba. A korabeli, szolgálatot kereső „műszaki zsoldosok” tipikus figurájaként ágyúöntő tudományát először Konstantin görög császárnak kínálta fel. A súlyos pénzügyi nehézségekkel küzdő uralkodó által felajánlott fizetést Orbán azonban kevesellte, és a Keletrómai Birodalom fővárosának elfoglalására készülő szultán udvarába ment. II. Mehmed megadta az igényelt javadalmazást, és a szükséges technikai feltételeket is biztosította. Óriási munkával, 1453 januárjára elkészült a hatalmas ágyúcső, amely a szultán drinápolyi (ma: Edirne) palotája mellől sikerrel adta le az első próbálóvést.

A rekonstruált méretek alapján, a bronz anyagok 7800–8800 kg/m³ sűrűségével számítva kb. 112–126 t össztömegű – a próbálóvés után aligha megbontott – ágyúcsövet óriási erőfeszítéssel, átlagosan naponkénti 4 km-es meneteljesítménnyel sikerült Konstantinápoly falai elé vonszolni.

Az óriás ágyú naponta ugyan csak egy lövést adott le, ám tényleges romboló és lélektani hatása minden elképzelést felülmúlt. A falakat és a város keresztény védőit igen eredményesen pusztító lövegcső azonban (egyes krónikák szerint alkotóját is megölve) hamarosan felrobbant. Más források szerint Orbán túlélte Bizánc ostromát, és a szultán gazdagon megjutalmazta szolgálataiért.

Az alábbiakban az Orbán-féle ágyú sajátosságait kívánjuk rekonstruálni. A lövésszaki jellemzőket a sima csövű fegyverek XVIII–XIX. századi brit és észak-amerikai szakirodalmában használatos bel- és küllballisztikai modell segítségével vizsgáljuk. [6], [7], [8], [9], [10], [11]

AZ ORBÁN-ÁGYÚ KONSTRUKCIÓJA

Az Orbán-ágyú megsemmisült, a leírások és a megmaradt korabeli tűzérési fegyverek alapján azonban meglehetősen biztonságosan rekonstruálható az eredeti kialakítás. Az Orbán-ágyú másolatai mellett közismert a skót főváros, Edinburgh nevezetessége, a „Mons Meg” (1. ábra). A löveg történetét, konstrukcióját és ballisztikai sajátosságait a

ÖSSZEFOGLALÁS: A tanulmány, szakirodalmi források alapján a Konstantinápoly 1453-as ostrománál alkalmazott Orbán-féle ágyú ballisztikai sajátosságait vizsgálja. A szerző a tudományos ballisztika XVI. – XIX. századi fejlődésének néhány mozzanatát is bemutatja. Az Orbán-féle ágyú lőtábláinak rekonstruálására a naiv küllballisztika differencia modelljét használja fel.

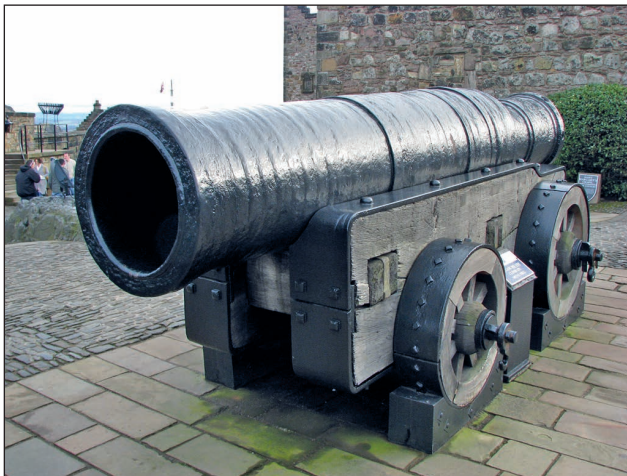
KULCSSZAVAK: Konstantinápoly 1453, Orbán-ágyú, ballisztika

ABSTRACT: The study, based on literature sources, examines the ballistic characteristics of the Orbán's cannon used in the siege of Constantinople in 1453. The author also presents some moments in development of scientific ballistics through the period of XVI–XIX centuries. To reconstruct the range tables of Orbán's cannon, the author uses the difference model of naive external ballistics.

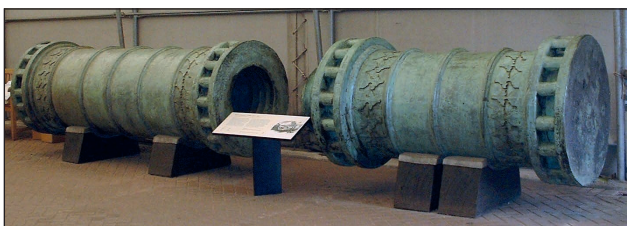
KEY WORDS: Constantinople 1453, Orbán's cannon, ballistics

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





1. ábra. A Mons Meg löveg az edinburghi várban [16]



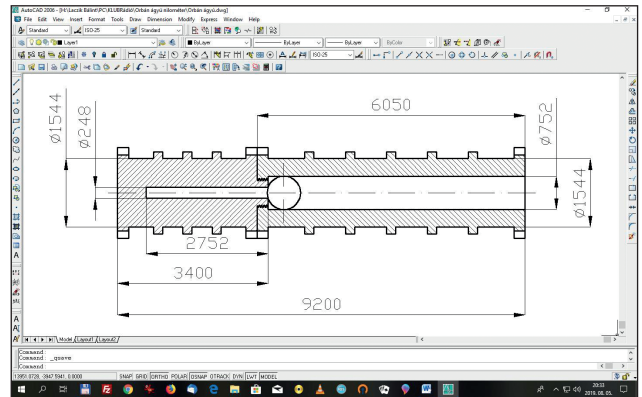
2. ábra. Az Orbán-ágyú másolata az angliai Royal Armouries múzeumában [17]

különösen gazdag forrásirodalommal ellátott [13] tanulmány tárgyalja. A 20", mintegy 0,5 m űrméretű ágyú kb. 150 kg tömegű lövedékének lőtávolsága – állítólag – elérte a 2 mérföldet (3,2 km-t). Ám a valóságban, dokumentáltan leadott lövések csupán néhány nevezetes esemény, uralkodói koronázás üdvözlésére korlátozódtak.

A XV. században készült, hatalmas ágyúk csöve jellegzetesen két darabból, a kisebb átmérőjű lőporkamrából és a nagyobb átmérőjű lövegcsőből állt. Az elemeket zsigorkötéses, kovácsolt gyűrűk erősítették, a tagokat menetes kapcsolat rögzítette egymáshoz.

Az Orbán-ágyú öntvényformáinak készítését és a bronzöntés folyamatát meglehetősen részletességgel tárgyalják az [1], [2], [3], [4] források. Nem ismertek azonban az öntvénydarabok befejező megmunkálásának részletei. A csőtagok díszítését, a díszes, arab nyelvű feliratok, és különösen a

3. ábra. Az Orbán-ágyú csőtagjait összekapcsoló csavarfelület [17]



4. ábra. Az Orbán-ágyú rekonstruált keresztmetszete. A méretek mm-ben (az ábra a szerző saját szerkesztése)

két darabot összekapcsoló orsó- és anyamenetek alakjátosságait döntően az öntvények formaüregei határozták meg. A korabeli gyártástechnológiai ismeretében aligha képzelhető, hogy az orsó- és anyamenetek, valamint a két csődarab csatlakozó homlokfelületeinek utólagos megmunkálását esztergálással végezték volna.

Az ágyú [6] forrás adatai alapján rekonstruált keresztmetszetét a 4. ábra szemlélteti.

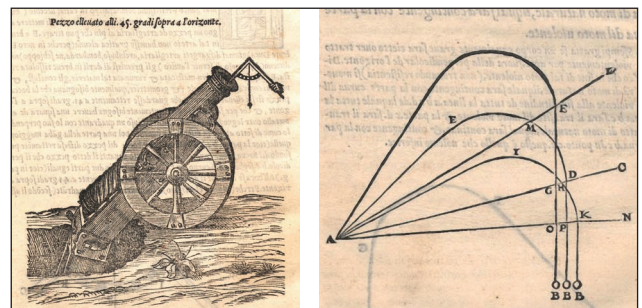
Gárdonyi Géza, az Egri csillagok című regényébe csaknem szó szerint emelte át az Orbán-ágyú öntésének technológiáját leíró kortárs görög krónikás szövegét. [3] A XV–XVII. századi török szultánok tüzérségét bemutató [12], igényes összeállítást olvasva különösen érdekes a szépiró Gárdonyinak az egrí várat ostromló török hadsereggel, és különösen a tüzérséggel kapcsolatos, igen alapos, részletekbe menő tájékozottsága.

A BALLISZTIKA KORAI SZAKKÖNYVEI

Európában a fekete, füstös lőpor alkalmazása a XIV. században kezdődött. A középkori harctereken mindinkább meghatározó jelentőségű tűzfegyverekről hamarosan megjelennek a használatukat és gyártásukat ismertető leírások is.

A ballisztika tudománya a XVI. században kezdődött. Az ágyúcsőből kilőtt lövedék pályájának alakjával elsőként – a harmadfokú algebrai egyenlet egyik megoldó képletét is felfedező – Niccolò Fontana Tartaglia¹ (1499–1557) Nova scientia (1538) című könyve foglalkozott. Tartaglia jó gyakorlati érzékkel a legnagyobb lőtávolságot adó csőemelkedési szöveget 45°-ban állapította meg. A röppálya alakját azonban teljesen tévesen, az induló, ferde egyenes szakaszhoz érintőlegesen csatlakozó körív, majd a körívet érintőlegesen folytató, függőleges vonalak együttesében vélte megtalálni. Tartaglia könyvének néhány illusztrációja az 5. ábrán látható.

5. ábra. Niccolò Fontana Tartaglia ábrái [18]





6. ábra. XVI. századi tüzérek ábrázolása egy korabeli metszeten [18]

pálya alakokat. Az alacsonyabb, majd a magasabb szintű tudomány kör alakú falakkal védett tartományai a geometer Euklidész engedi be az ismeretek keresőit. A beocsátott az első mezőben a művészetek és tudományok múzsái fogadják, ám egy meredek, parabolikus pályán tüzelő mozsár, valamint egy laposan lövő ágyú lövedékei is fenyegetik (7. ábra).

7. ábra. Tartaglia könyvének címlapképe [18]



A XVI. századtól kezdve a gömb alakú, tömör, igazi „ágyugolyók” mellett gyakran használtak üreges testű, robbanó lövedékeket is. A mozsarakba, vetőüstökbe töltött gránátokat, bombákat közvetlenül a kilövés előtt gyújtották be. A szikrázva, füstölve repülő lövedékek látványa alapján a tüzérek mihamar felismerhették, hogy a valóságos röppálya legkevésbé sem a két egyenes szakaszból és körívből álló alakzat, lásd a 6. ábrát.

Tartaglia könyvének allegorikus címlapja meglehetősen jól ábrázolja a valóságos röppálya alakokat.

A valóságos röppálya megismerésében hatalmas lépést jelentett Galileo Galilei (1564–1642) munkássága. Galilei a ferde hajtást az egyenes vonalú egyenletes mozgás és a függőleges szabadesés együtteseként modellezte. A mozgáselemeket a vektorparalelogramma törvény szerint összegezve, eljutott a hajtási parabola pályá alakjához.

Legyen x a lövés irányába mutató és \mathbf{g} a gravitációs gyorsulás vektorára merőleges, y az x -merőleges és \mathbf{g} -vel párhuzamos, de ellentétes értelmű koordinátatengely. Hagyjuk figyelmen kívül a Föld valóságos alakját, és lőjünk ki a légüres térben α_0 indulószöggel, v_0 kezdősebességgel, g gravitációs gyorsulás mellett az $[x, y(x)] = [0, 0]$ pontból egy lövedéket. (Ahol az x a lövés irányába mutató és a \mathbf{g} -re merőleges, y az x -merőleges és \mathbf{g} -vel párhuzamos, de ellentétes értelmű koordinátarendszer.) A röppálya tetőpontjához tartozó magasság $h = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha_0}{2 \cdot g}$, az x vízszintes helyen a lövedékpálya magassága:

$$y(x) = x \cdot \tan(\alpha_0) - \frac{x^2}{4 \cdot h \cdot \cos^2(\alpha_0)} \quad (1)$$

Az $[x, y(x)]$ pályapontban a lövedék pillanatnyi sebessége:

$$v(x) = \sqrt{2 \cdot g \cdot (h - y(x))} \quad (2)$$

Az $[x, y(x)]$ pályapontban a röppálya érintő meredeksége:

$$\tan(\theta(x)) = \tan(\alpha_0) - \frac{x}{2 \cdot h \cdot \cos^2(\alpha_0)} \quad (3)$$

Az $y(X_{\max}) = 0$ pályaponthoz tartozó maximális lőtávolság

$$X_{\max} = 2 \cdot h \cdot \sin(2 \cdot \alpha_0) \quad (4)$$

A ferde hajtás valóságos sajátosságait a parittyavető, íjászok, és az ókortól a XV. századig használatos hajtógépek (trebuchet-ek) kezelői jól ismerték. A dinamikai elvek alapján számított, valamint a gyakorlatban kimért maximális lőtávolságok óriási eltérései a lövedéket fekező rejtélyes hatásokra hívta fel a kutatók figyelmét.

A légüres térben, csupán a gravitáció hatásával befolyásolt lövedék mozgástörvénye esetenként meglepően jól, többnyire azonban hatalmas hibával közelíti a valóságos viszonyokat. A modern ballisztikai tudomány meghatározó klasszikusa, Karl Crantz (1858–1945) máig jól használható alapkönyvében [14, 93. o.], a légellenállás különlegesen bonyolult, paradox jelenségének illusztrálására a következő, igen tanulságos példát mutatta be:

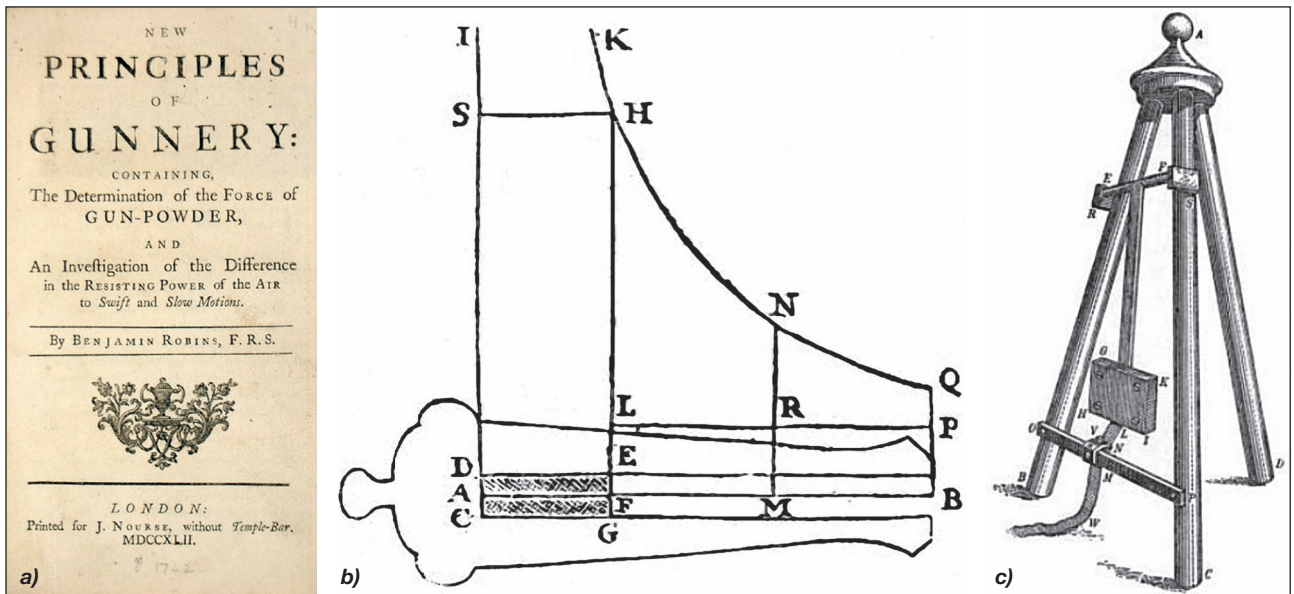
„Gyakorlati lőkíséletek alapján, az $m = 14,7$ g tömegű standard katonai puska lövedéket $v_0 = 640$ m/sec kezdősebességgel, $\alpha_0 = 4^\circ$ indulószöggel kilöve, a (4) szerint számított, maximális elméleti lőtávolságnak ($X_{\max} = 5811$ m) csupán 28%-a a valóságos $X_{\text{gyakorlat}} = 1612$ m lőtáv. Másrészt, az $m = 38$ kg tömegű mozsárlövedéket a méréssel ellenőrzött $v_0 = 98$ m/sec kezdősebességgel, $\alpha_0 = 38^\circ$ indulószöggel kilöve, a (4) szerint számított, maximális lőtávolságnak ($X_{\max} = 949$ m) csaknem a teljes értéke, 98%-a a kísérletekkel igazolt $X_{\text{gyakorlati}} = 928$ m maximális lőtáv.”

A modern ballisztika legkorábbi, tudományos igényű szakkönyve Benjamin Robins (1707–1751) angol hadmérnök „New Principles of Gunnery” (London, 1742) műve volt (8 a) ábra).

Az alapvető lövéstani fogalmak definíciója és számító formulái mellett a Robins által bevezetett, és mindmáig használatos ballisztikai inga (8 c) ábra) megnyitották és sajátos tudomány napjainkig tartó szakadatlan fejlődését.

Robins könyvét Leonhard Euler (1707–1785) német nyelvre fordította, és az eredeti mű 150 oldalnyi terjedelmét jelentősen meghaladó kiegészítésekkel, 750 oldalas könyv-





8. ábra. Benjamin Robins könyvének címlapja a), a lövedék sebességfüggvénye b), és a ballisztikai inga c) [19]

ben adta ki (Neue Grundsätze der Artillerie, Berlin, 1745). Euler művének angol fordítása 1777-ben (366 oldal), francia nyelvű kiadása 1783-ban (537 oldal terjedelemben) jelent meg.

A matematika iránt erősen érdeklődő Bonaparte Napóleon (1769–1721) tüzérszti tanulmányai során, az Auxonne-i katonai akadémián ez utóbbi műből szerezte ballisztikai ismereteit. A későbbi császár egyik hallgatói feladata egy 12 oldalas dolgozat készítése volt a többszörösen fordított és kibővített Robins–Euler könyv kijelölt fejezetéből.

Robins könyvében számos, remek megfigyelésből levont következtetést, a későbbi évtizedek kísérleti és elméleti ballisztikájával igazolt jelenséget mutatott be.

Az egyik fontos eredmény a csőtorkolati sebesség szerepének felismerése volt. A korabeli eszközök nem tették lehetővé a nyomásfüggvény felvételét, sőt még jellegzetes alakjának meghatározását sem. Robins gáznyomás-függvényében még nem szerepelt a p_{max} nyomáscsúcs. A kez-dősebesség számítására elméletileg bár téves, a korabeli fegyverekhez azonban eléggé jól használható összefüggést adott meg. A csőben mozgó lövedékre ható erő függvényét Robins

$$F(x) = \frac{k}{x} \quad (5)$$

hiperbola alakban tételte fel, ahol k egy speciális állandó, x pedig a lövedék útja a csőfár végétől számítva. A k tényezőre Robins a

$$k = R \cdot P_{atm} \cdot \frac{d^2 \pi}{4} \cdot c \quad (6)$$

formulát használta. A formulában R a maximális lőporgáznyomás és a P_{atm} atmoszférikus nyomás aránya, Robins szerint $R \approx 1000$, d a lövedék átmérője, c a lőportöltet hossza, a 8 b) ábrán az S–H távolság. Az adatokat a klaszszikus angol mértékegységekkel adta meg.

Az L hosszúságú ágyúcsőből v torkolati sebességgel kilépő, m tömegű lövedékre ható gyorsító erő által végzett munka

$$\frac{1}{2} m \cdot v^2 = \int_c^L F(x) dx \quad (7)$$

Elvégezve az (5–7) műveleteket, a torkolati sebesség

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot P_{atm} \cdot d^2 \pi}{m} \cdot c \cdot \ln\left(\frac{L}{c}\right)} \quad (8)$$

Jelölje η a lőpor sűrűségét, a lőportöltet tömege így

$$p = \frac{d^2 \pi}{4} \cdot c \cdot \eta \quad (9)$$

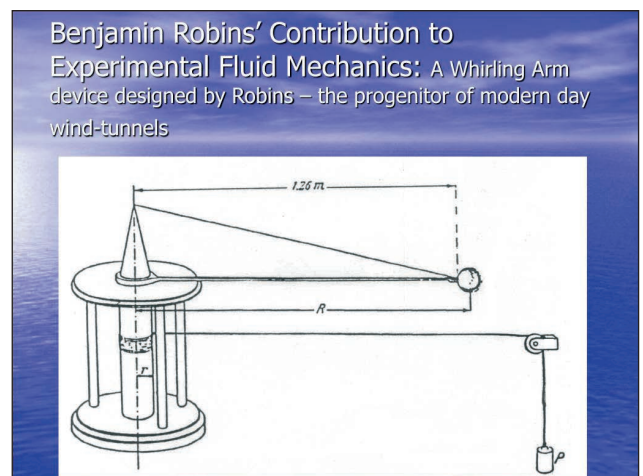
A torkolati sebesség tehát

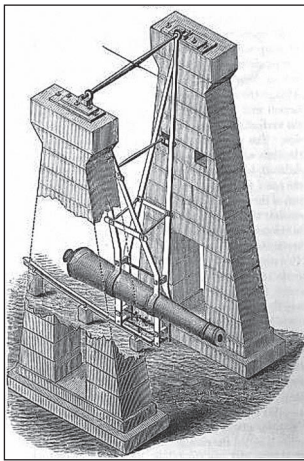
$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot P_{atm} \cdot p}{m \cdot \eta} \cdot \ln\left(\frac{L}{c}\right)} \quad (10)$$

Érdekeség, hogy a [9] szakkönyv – Robins művének első megjelenése után egy évszázaddal későbbi – második kiadása is a (10) formulát használta.

Robins további, igen messze ható eredménye a légellenállás szerepének felismerése volt. Az atmoszférában mozgó lövedékre a pillanatnyi sebesség négyzetével arányos fékezőerő hat. A légellenállás kísérleti vizsgálatára Robins a 9. ábrán látható egyszerű, szellemes készüléket szerkesztette. A jobb oldalon süllyedő tömeg a függőleges

9. ábra. A légellenállás kísérleti vizsgálatára szerkesztett Robins-féle készülék [18]





10. ábra. A Didion-féle ballisztikai inga [20]

nyú elsodródását² elsőként ugyancsak Robins fedezte fel és írta le.

A lövedéksebesség-mérés Robins-féle ingájának eredeti rajza a 8 c) ábrán látható. Az állványszerkezeten függő téglalap alakú testbe csapódó lövedék az ingát kilendíti, a maximális kitérésből a becsapódó lövedék sebessége meghatározható. A lövedéket elnyelő testhez egy szalag kapcsolódik. A kilendülő inga a legnagyobb kitéréséig húzza a szalagot. Az oda-visszalengő inga kitérései egyre csökkennek, a csillapodó lengések során a megrántott szalag-hossz tovább nem növekszik, a maximális kitérés szöge egyszerűen kiszámítható.

A ballisztikai inga az elemi fizika tanításának máig használt, demonstratív eszköze. Az impulzusmegmaradási törvény szemléletes bemutatására is jól alkalmazható inga másik, kevésbé ismert alakját a 10. ábra szemlélteti.

Isidore Didion (1798–1878) francia tüzértiszt 1839-ben bemutatott ingája a fegyvercsövet függesztette fel. A szerkezet jellemzők és az inga q maximális kitérés szöge alapján a lövedék kezdősebességének Didion-féle formulája [9]:

$$v = \frac{2 \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \cdot W \cdot G \cdot \sqrt{g \cdot l} - l' \cdot c \cdot N}{w' \cdot l \cdot \frac{R^2}{r^2} + \frac{1}{2} c' \cdot l'} \quad (11)$$

Az összefüggésben W az inga és a fegyvercső, w' a lövedék és a fojtás együttes tömege, G a felfüggesztés és az inga tömegközéppont távolsága, l az inga redukált hossza, l' a lövegcső tengelye és a felfüggesztés távolsága, θ az inga maximális kilendülési szöge, R a csőfurat, r a lövedék sugara, g a gravitációs gyorsulás, $N \approx 1600$ tapasztalati tényező. (A formulához a tömeg- és hosszúságadatokat angol birodalmi mértékegységekkel kell helyettesíteni.)

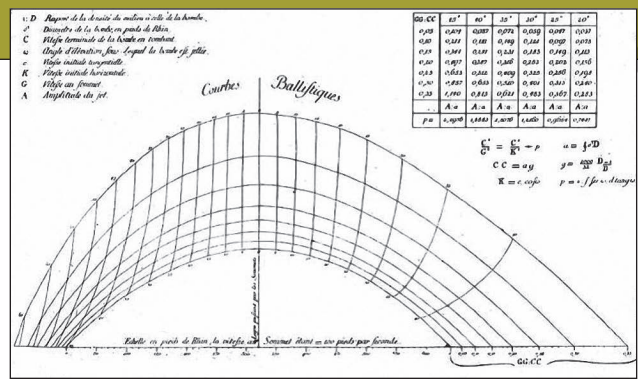
A KÜLLBALLISZTIKA KEZDETEI

A léggel telt atmoszférában mozgó lövedékre ható erők sokaságát a szakirodalom megannyi tapasztalati állandóktól hemzsegő, már-már kezelhetetlenül bonyolult összefüggéssel törekszik leírni. A modern ballisztika kiemelkedő tudósa, Carl Crantz [14] könyvében a légellenállás és a lövedéksebesség különféle, egyszerű (négyzetes, köbös, logaritmus stb.) függvényekkel leíró kapcsolatának 37 különféle formuláját tárgyalta.

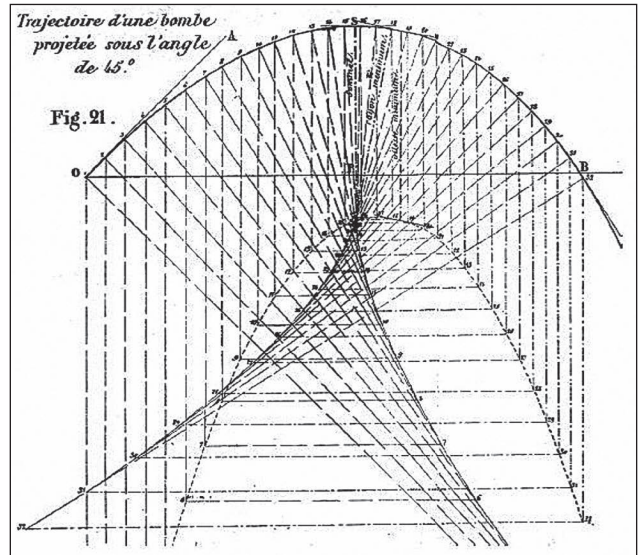
tengelyről lecsévélődő fonal segítségével forgatja a vízszintes karra rögzített gömb, kocka, különféle alakú lemez stb. próbatestet.

A tömeg süllyedésének sebessége fordítottan arányos a próbatestet fékező hatással. A nagy négyzet alakú lemezt vizsgálva a tömeg lassabban süllyedt, mint a kis átmérőjű gömb forgatásakor, tehát a lemez áramlási ellenállása nagyobb volt, mint a gömbé.

A légellenállás megannyi, nehezen megfigyelhető és magyarázható hatáseleme között a lövedék oldalirányú



11. ábra. Lambert röppályaszerkesztése (1767) [21]



12. ábra. Didion röppályaszerkesztése (1848) [21]

A XVIII–XIX. században a küllballisztikai kutatások a röppályajellemzők számítására és ezzel párhuzamosan a gyakorlati lökísérleti adatok feldolgozására irányultak. A számított lőtáblák mellett a röppályák grafikus szerkesztésének megannyi eljárása is megjelent.

Évtizedeken keresztül számos európai tüzérség használta Henning Friedrich von Grävenitz lőtáblázatait³. Hasonlóan több, egymással háborút is viselt állam hadserege alkalmazta az Otto-féle táblákat⁴.

Alacsonyabb kezdősebességeknél a valóságos viszonyokat meglehetősen jól közelíti a naiv küllballisztikai modell. Ebben a közelítő leírásban a talajszinten ρ sűrűségű levegőben mozgó, d átmérőjű, m tömegű, c alaktényezőjű lövedéket csupán a röppálya pillanatnyi magasságától függő, és a röppálya menti sebesség négyzetével arányos erő fékezi.

Jelölje a kezdősebességet w_0 , a röppálya pontok számításához vegyük fel a $\Delta t =$ állandó időközt. Az $i = 1, 2, \dots, n$ indexekkel a $\Delta t, 2 \cdot \Delta t, n \cdot \Delta t$ időpontokban a röppálya jellemzők:

$$v_{x,0} = w_0 \cdot \cos(\alpha_0) \quad (12)$$

$$v_{y,0} = w_0 \cdot \sin(\alpha_0) \quad (13)$$

$$H = e^{-\varphi \cdot Y_{i-1}} \quad (14)$$

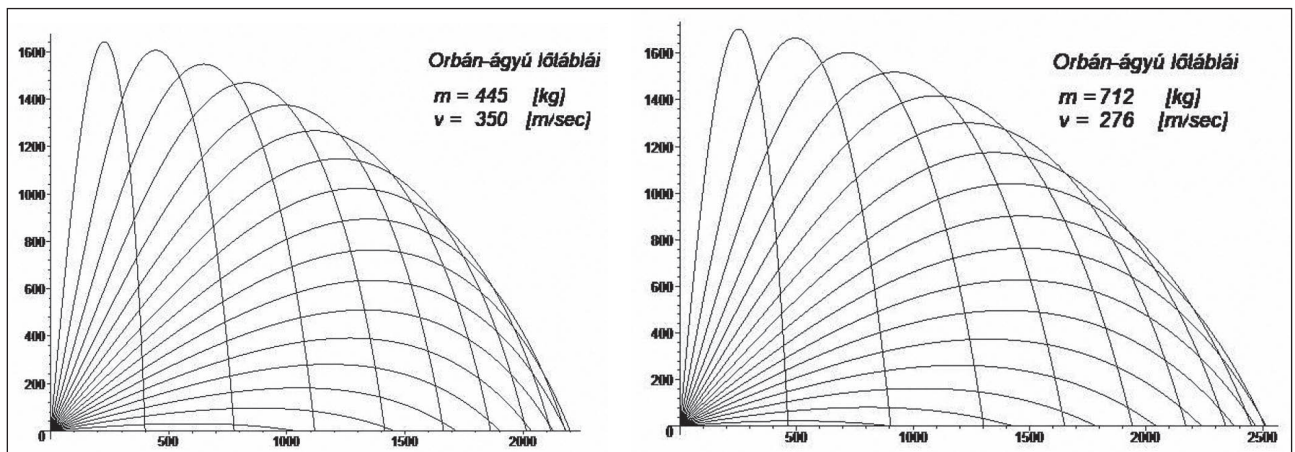
$$\delta = \frac{c \cdot \rho \cdot H \cdot d^2 \cdot \pi}{8 \cdot m} \quad (15)$$

$$a_{x,i} = -\delta \cdot V_{i-1} \cdot v_{x,i-1} \quad (16)$$

$$a_{y,i} = -g - \delta \cdot V_{i-1} \cdot v_{y,i-1} \quad (17)$$

$$v_{x,i} = v_{x,i-1} + a_{x,i} \cdot \Delta t \quad (18)$$

$$v_{y,i} = v_{y,i-1} + a_{y,i} \cdot \Delta t \quad (19)$$



13. ábra. Az Orbán-ágyú közelítő lőtáblái (az ábra a szerző saját szerkesztése)

$$V_i = \sqrt{v_{x,i}^2 + v_{y,i}^2} \quad (20)$$

$$x_i = x_{i-1} + v_{x,i} \cdot \Delta t + \frac{a_{x,i}}{2} \cdot \Delta t^2 \quad (21)$$

$$y_i = y_{i-1} + v_{y,i} \cdot \Delta t + \frac{a_{y,i}}{2} \cdot \Delta t^2 \quad (22)$$

$$\alpha_i = \arctan\left(\frac{v_{y,i}}{v_{x,i}}\right) \quad (23)$$

A lövedék pillanatnyi gyorsulásvektorának komponensei $a_{x,i}$ és $a_{y,i}$, a sebességvektor összetevői $v_{x,i}$ és $v_{y,i}$, a pálya koordináták x_i és y_i , a lövedék állásszöge α_i , gömb esetén nyilvánvalóan érdektelen.

A (12) – (23) formulákból felépített differenciaszámítási modellben a H tag a levegő sűrűségének a lövedék y_{i-1} pillanatnyi magasságától függő változását fejezi ki. A d ballisztikai tényező a lövedék alakjától, tömegétől és a levegő aktuális sűrűségétől függő lassító hatást számszerűsíti.

A hangsúlyozottan egyszerűsített röppályaszámító eljárás könnyen programozható és futtatható az általánosan használt Excel táblázatkezelőben.

Az ORBÁN-ÁGYÚ KÖZELÍTŐ LŐTÁBLÁI

A történelmi források szerint az Orbán-ágyú kőből faragott gömblövedéket tüzelt. A golyóbisok anyagának pontos jellemzői nem ismeretesek, vélhetőleg mészkőből, vagy a vulkáni eredetű gránitból készülhettek. A kövek sűrűsége 2000-3200 kg/m³. A cső méretéhez illeszkedő gömblövedékek vélelmezett tömege ezeknek 445 ... 712 kg.

Az ágyú torkolati sebességét a (6) és (8) formulákból, a 4. ábra méretei alapján számoltuk. A kiinduló adatok: $w_0 = 350 \dots 276$ m/sec kezdősebesség, $r = 12045$ kg/m³ a levegő talajszintű sűrűsége, $g = 9,81$ m/sec² a gravitációs gyorsulás, $c = 1,5$ a gömb alakú lövedék ún. alak tényezője, $\varphi = 0,0005$ a levegősűrűség változásának a magasságtól függő tényezője,

$\Delta t = 0,01$ sec időlépés

felhasználásával, az Orbán-ágyú számított, közelítő röppályagömbjei a 10. a) és b) ábrán láthatók. A koordináták méterben szerepelnek.

A vázolt számítások természetesen csupán nagyvonalú, közelítő eredményeket szolgáltatnak. Magáról az ágyúról, az alkalmazott lőporról és a lövedékről sem maradt fenn pontos, hiteles információ. Az Orbán-ágyú első próbálövéséről, majd a konstantinápolyi ostromról feljegyzett adatok

azonban eléggé jól egyeznek a röppályaszámítás egyszerűsített modelljével számított lőtáblák eredményeivel.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Papp Sándor. „Konstantinápoly eleste a Magyar forrásokban és a történetírásban”. *Acta Historica (Szeged)* 143 (2018. december), 43–63. <https://ojs.bibl.u-szeged.hu/index.php/acthist/article/view/31667>;
- [2] Marczali Henrik. *A magyar történet kútfőinek kézikönyve*, Budapest: Athenaum, 1901;
- [3] Kritobulosz. *II. Mehemet élete*, fordította és közreadta Szabó Károly, *Monum. Hung. Hist. Script.* XXII. 1875;
- [4] Felszeghy Ferenc (szerk.). *A magyar tüzér*. Budapest: Reé László kiadása, 1938;
- [5] *Fetih 1453*. kosztümös török történelmi film, rendezte Faruk Aksoy, 2012;
- [6] Kakaliagos, A., és N. Ninis. „Orban’s Gun Ballistics and Assessment of Historical Evidence Concerning the Bombardment of Constantinople Walls in 1453”. *Procedia Structural Integrity* 10 (2018): 179–86. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2018.09.026>;
- [7] Muller, John. *A Treatise on Artillery*. London, 1768;
- [8] Benton, James. *Ordnance and Gunnery*. New York, 1862;
- [9] Douglas, Howard. *Treatise on Naval Gunnery*. London, 1829, 1862;
- [10] Simpson, Edward. *Treatise on Ordnance & Naval Gunnery*. New York, 1862;
- [11] Tournès, Dominique. *Calculating Firing Tables in 18th and 19th Centuries*. SC2011, International Conference on Scientific Computing;
- [12] Ágoston Gábor. *Guns for the Sultan, Military Power and Weapons Industry in the Ottoman Empire*. Cambridge University Press, 2005;
- [13] Lewtas, Ian, Rachael McAlister, Adam Wallis, Clive Woodley, és Ian Cullis. „The Ballistic Performance of the Bombard Mons Meg”. *Defence Technology* 12, sz. 2 (2016. április): 59–68. <https://doi.org/10.1016/j.dt.2015.12.001>;
- [14] C. Crantz. *Lehrbuch der Ballistik*, Verlag von B. G. Teubner, 1910, Leipzig – Berlin;
- [15] R. Crowley: 1453 – Konstantinápoly utolsó nagy ostroma, Park Kiadó Bp. 2019.
- [16] Karwansaray Publishers Blog, „How Powerful Was Mons Meg?”, 2016. július 20. Elérés: 2021. 02. 26.

- <https://www.karwansaraypublishers.com/mwblog/how-powerful-was-mons-meg/>;
- [17] Royal Armouries collections. „Gun - The Great Turkish Bombard (1464)” Elérés 2021. február 26. <https://collections.royalarmouries.org/object/rac-object-6177.html>;
- [18] Dr June Barrow-Green, „Mathematics in War and Peace - Euler's Work on Ballistics” (eredeti előadás: Wednesday, 24 October 2018, 4:00PM - 4:45PM) elérés: 2021. 02. 26. <https://www.gresham.ac.uk/lectures-and-events/mathematics-war-peace>;
- [19] Benjamin Robins, *New Principles of Gunnery: Containing the Determination of the Force of Gun-powder, and an Investigation of the Difference in the Resisting Power of the Air to Swift and Slow Motions*. London: 1742 <https://www.arc.id.au/RobinsOnBallistics.html>;
- [20] Edward Simpson, *A Treatise On Ordnance And Naval Gunnery, Compiled And Arranged As A Text Book For The U. S. Naval Academy*, New York: D. Van Nostrand, 1862., 182. o. https://books.google.hu/books?id=_5gtAAAAAYAAJ&pg=PA182&hl=hu&source=gb_s_selected_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false;
- [21] D. Tournès, „Calculating firing tables in 18th and 19th centuries” International Conference on Scientific Computing, S. Margherita di Pula, Sardinia, Italy October 10-14, 2011 <http://bugs.unica.it/SC2011/slides/files/11history/tournes.pdf>;
- [22] Special Session on History of Computational Mathematics organized by Michela Redivo-Zaglia and Giuseppe Rodriguez. International Conference on Scientific Computing, S. Margherita di Pula, Sardinia, Italy October 10-14, 2011 <http://bugs.unica.it/SC2011/slides/>.

JEGYZETEK

- 1 A kortársaktól ráragasztott nevét súlyos beszédhibája alapján kapta (tartagliare – olaszul dadogás).
- 2 Több, mint egy évszázaddal a Magnus-hatás, és a lövedék oldalágását eredményező ún. párnahatás felfedezése és magyarázata előtt(!).
- 3 Henning Friedrichs Gräveniz, *Akademische Abhandlung von der Bahn der Geschütz-Kugeln*, Rostock: 1764. *Mémoire sur la Trajectoire des Projectiles de l'Artillerie*, Paris: 1845.
- 4 Jacob Christian Friedrich Otto, *Ballistische Tafeln nebst einer Anleitung vermittelt derselben einige Hauptfälle des ballistischen Problems in Zahlen aufzulösen, für quadratischen Luftwiderstand*, Berlin: 1834, *Tafeln für Bombenwurf* Berlin: 1842, *Tables Ballistiques Générales pour le Tir Élevé*, Paris: 1844.

Nagy Norbert

A T-72 harckocsi – Haditechnika fiataloknak

A szerző – a tatai lövészandár harckocsiszázslóalaj parancsnokhelyettese – szerencsés embernek mondhatja magát, hiszen a munkája és a hobbija megegyezik egymással. Szerencsés abból a szempontból is, hogy egy olyan könyvsorozat szerzőjévé válhat, amelynek fiatal korában maga is lelkes olvasója volt.

A Zrínyi Kiadó 2020-ban újraindított *Haditechnika fiataloknak* című sorozatának legújabb kötete a legendás szovjet T-72-es harckocsitípus mutatja be. A „száguldó erőd”-ként is emlegetett harckocsi a hadiipar egyik legismertebb, leghosszabb ideig rendszerben lévő terméke, az 1970–1980-as évek egyik legkorszerűbb harceszköze volt. Tervezése 1967-ben indult, ennek során igyekeztek kiküszöbölni a T-62-es és T-64-es harckocsiknál tapasztalt hibákat. A sorozatgyártás 1971-ben az Uráli Gépgyárban kezdődött, rendszerbe állítása 1973-ban történt. Több mint 40 ország hadereje rendszeresítette, a típusból összesen több mint 25 000 példány készült. A magyar haderőben közel 240 db szolgált, több ezer katona kapott rajta kiképzést. A T-72-es közepes harckocsi egyik példánya a HM Hadtörténelmi Intézet és Múzeum gyűjteményében, egy másik példány a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hungária körúti objektumának területén, és egy további a keceli Pintér Művek haditechnikai parkjában is megtalálható. A T-72M1 típusból – hivatalos adatok szerint 44 db – jelenleg is rendszerben van.

A gazdagon illusztrált kiadvány áttekintést nyújt a harckocsizó fegyvernem történetéről, a megalkotásáig vezető útról, az elődtípusokról – köztük a II. világháborúban a „győztes” jelzót kiérdemlő T-34-esről – és különféle típusváltozatairól, valamint szerkezeti felépítéséről. A technikai részletek ismertetésén túl, a kötet önálló fejezetben foglalkozik a harckocsik alkalmazásával, többek között a páncélos harc elveivel és törvényszerűségeivel, sőt kitér a T-72-esekkel szerzett harci tapasztalatokra is, majd a típus magyarországi „karrierjét” és lehetséges jövőbeli szerepét mutatja be.

A célközönséget, azaz a 12-14 év körüli ifjú olvasókat a hagyományos szöveges leírás mellett interaktív feladatok is várják. A kötet készítői „bevonják” az olvasót a harci feladatokba. A fiatalok „harckocsiparancsnok”-ként gondolkodva számolhatnak ki fontos adatokat, legyen szó akár a T-72-es mozgékonyágával vagy tűzerejével összefüggő jellemzőkről, vagy a rivális nyugati típussal történő összehasonlításról. (F. K. F.)



A Zrínyi Kiadónál megjelent, 45 színes és fekete-fehér fotóval, ábrával és kifestővel illusztrált, ragasztott kötésű kiadvány terjedelme 68 oldal. 2500 Ft-os áron kapható a könyvesboltokban, illetve közvetlenül a Zrínyi Kiadótól 25%-os helyszíni kedvezménnyel.

Cím: 1024 Budapest, Filir utca 14., (tel.: 06 1-459-5373, e-mail: cinti@hmzrinyi.hu), illetve sok más kiadvány mellett kapható a Zrínyi Kiadó webshopjában is (<https://shop.hmzrinyi.hu/>).

Sarus Ferenc*

Ágyúnaszádok a Jangcén (1860–1949)

A 6380 km-es Jangce Ázsia 1. számú, és a világ 3. leghosszabb folyója. Kínai elnevezése Cháng Jiāng (Hosszú folyó), a kínaiak csak a legelső – Nanjing és Shanghai közötti 435 km-es – szakaszát hívják Jangcének. A folyó a Tibeti-fennsíkról ered, majd keresztülhalad több kínai tartományon, míg végül a Kelet-kínai-tengerbe torkollik. Hosszú szakaszon hajózható még tengeri hajók számára is, egészen Hankow¹ városáig, amely 1133 km-re fekszik a torkolattól, a folyami hajók pedig további 600 km-rel feljebb képesek normál körülmények között eljutni Ichang (Yichang) városáig. Kedvező vízállások esetén a felhajózás egészen Suifu-ig lehetséges, amely még további 1000 km-el feljebb fekszik a folyó torkolatától. A legnehezebben hajózható szakaszt a 21. század kezdetéig a Három-szurdok jelentette, amely a folyó mentén, az Ichang feletti területen kezdődik.

A nagyhatalmak közül Nagy-Britanniának az első ópiumháború (1839–1842) megnyerésével sikerült kikényszeríte-

nie a kínai felségvizekre történő behatolást. Az 1842-ben az Egyesült Királyság és Kína által aláírt nankingi szerződést 1858-ban a tiensini egyezmény követte, amelyet Nagy-Britannia mellett kiterjesztettek a többi nagyhatalomra (az Amerikai Egyesült Államokra, Franciaországra és a cári Oroszországra) is. Ezzel Kínában kezdetét vette nyolc évtizednyi nagyhatalmi jelenlét. A Jangce még napjainkban is a kínai gazdaság egyik fő ütőere, a birtoklása létfontosságú volt a nagyhatalmak számára is, hogy hasznot húzassanak Kína félgymarmati státuszából.

A JANGCE ŐRJÁRATOK KEZDETE

A nagyhatalmak kivétel nélkül az „ágyúnaszád-diplomáciához” fordultak, hogy megvédjék érdekeiket az újonnan szerzett területeik felett. Ágyúnaszád-diplomácia olyan külpolitikai irányvonalat jelent, amely során az erősebb hatalom haditengerészeti egységek demonstratív bevetésével próbálja rákényszeríteni az akaratát a szemben álló félre, akár nyílt fegyveres konfliktust is kilátásba helyezve, amennyiben a követeléseit nem teljesülnének. A folyóra küldött hadihajók jelentették a zálogát annak, hogy az európai kereskedők és misszionáriusok nyugodtan tevékenykedhessenek, egyúttal féken tartották a kalózkodást is.

1861-re Nagy-Britannia és az Egyesült Államok hadihajói már elérték Hankow kikötőjét, 1863-ban pedig megjelentek a franciák is. 1871-re a Brit Királyi Haditengerészet (Royal Navy) – a felső Jangcét kivéve – már bázisokat épített és ágyúnaszádokat telepített a folyó mentén minden, az egyezményben megnevezett kikötőben. 1874-ben az Egyesült Államok USS ASHUELOT nevű hadihajója, Ichang városánál elérte a felső Jangcét is. Ahogy Kínában a központi hatalom (a Csing-dinasztia) egyre jobban elveszítette az irányítást az ország felett, a nagyhatalmak egyre jobban érvényesíteni tudták érdekeiket. 1900-ra már a brit ágyúnaszádok is elérték a felső Jangcét, majd ugyanezt 1901-ben a franciák is megtették. 1858-tól egészen 1941-ig ezt a 2700 km-re kiterjedő vízi úthálózatot elsősorban a nagyhatalmak ágyúnaszádjai tartották felügyeletük alatt, alkalmassint kiegészülve a kínai császárok és hadurak hajóival. Hankow városa, előnyös természetes fekvésének köszönhetően a folyami ágyúnaszádok központi állomáshelyévé nőtte ki magát. Az Egyesült Államok a polgárháború hatá-

1. ábra. A Jangce Tibetben, a Dzsürhen-hegységben ered, és 6380 km áramlás után a Kelet-kínai-tengerbe torkollik (Forrás: Demis web map)



ÖSSZEFOGLALÁS: A hatalmas Jangce folyó már évezredek óta a kínai gazdaság egyik fő ütőere. Számos fontos nagyváros terül el mellette napjainkban is. Az alábbi írás a 19. század második felétől a II. világháborúig azt a kilenc évtizedet kívánja bemutatni, amely során a korabeli nagyhatalmak ún. ágyúnaszád-diplomácia alkalmazásával érvényesítették az érdekeiket a félgymarmati sorban lévő Kínával szemben.

KULCSSZAVAK: Kína, folyami hadihajók, Jangce, K.u.K. haditengerészet, ágyúnaszád

ABSTRACT: The mighty Yangtze river has been the main artery of the Chinese economy for centuries. Even today there have been numerous important cities along it. The current article would like to show that almost 100 years when the great powers tried to enforce their will on China through gunboat policy.

KEY WORDS: China, river gunboats, Yangtze, Imperial and Royal Navy, gunboat

* Közgazdász, folyami hajóskapitány. ORCID: 0000-0002-8805-5019

sára időlegesen megszüntette a tevékenységét a Jangcén, de a konfliktus lezárultával hamarosan visszatért két egységgel, majd a 20. század fordulójától egyre erősebben érezte jelenlétét a folyón. A franciák is folyamatosan növelték jelenlétüket, Nagy-Britannia mellett, a Háromszurdok feletti szakaszon ők is jelentősebb erőket tartottak fent. 1901-ben a császári Németország első ágyúaszádjai is megjelentek a Jangcén, amelyek a folyó alsó szakaszán teljesítették szolgálatot. A németek alapvetően Tsingtao-ra (Qingdao) koncentrálták a jelenlétüket. Japán az 1894–95-ös kínai–japán háború megnyerésével szerzett kereskedelmi jogokat, majd 1903-tól kezdve már Hankow és Shanghai között japán ágyúaszádok is biztosították a folyót. Az Osztrák–Magyar Monarchia KAISERIN UND KÖNIGIN MARIA THERESIA nevű páncélos cirkálójá 1901. május 27. – június 05. között tartózkodott Hankow városában, akkorig ez volt a legnagyobb hadihajó, amely ilyen messzire felhatolt a folyón.

1911-ben forradalmi hullám söpört végig Kínán, ebben több kikötőváros is érintett volt, így Hankow, Nanking (Nánjing), Shanghai (Shànghái) is. 1911 októberében a helyzet annyira elmérgesedett Hankowban, hogy összesen 20 darab ágyúaszád vigyázta a nagyhatalmi érdekeket².

Az I. világháború kitörésével – mivel Kína semleges ország volt – a helyzet erősen megváltozott. A hadviselő felek ágyúaszádjait vagy internálták, vagy kimenekítették az országból. Egyedül az Egyesült Államok biztosította a nagyhatalmi érdekeket 5 db ágyúaszáddal 1917 áprilisáig, amikor, a hadba lépése miatt szintén internálták a hajóit. Az I. világháború lezárultával – Németországot, az Osztrák–Magyar Monarchiát és Oroszországot kivéve – a nagyhatalmak visszatértek a Jangcéra.

AZ ŐRJÁRAT ARANYKORA

1919-re Kínában gyakorlatilag széthullott a központi kormányzat, a nagyhatalmak pedig egyre aktívabban szóltak bele a belügyekbe és erővel tartották fenn a rendet a folyó mentén és a kikötővárosokban. A brit és az amerikai erők egyre összehangoltabban léptek fel. Az 1920-as évektől kezdve a Csang Kaj-Sek vezette Kuomintang (Kínai Nemzeti Párt) megkezdte az ország egyesítését, amely egyben a kínai nacionalizmus megerősödéséhez és az idegennel szembeni gyűlölet fokozódásához vezetett. 1927 januárjában a kínai erők bevették Hankow városát. Összesen 35 db ágyúaszád tartotta fenn a rendet a nagyhatalmak által ellenőrzött folyó menti területeken³, ekkora erő jelenléte elég volt ahhoz, hogy a kedélyek lecsillapodjanak.

Időközben a Kuomintang soraiból kiváltak a kommunisták, így a nemzeti erők új ellenséggel kerültek szembe, amely elvonta a figyelmet a nagyhatalmak jelenlétéről. Japán egyre gyorsuló ütemben szállta meg a Kína körüli területeket, majd 1937-től megtámadta Észak-Kínát is, és elfoglalta Pekinget. 1937-től a japánok agresszívabb politikát folytattak a többi nagyhatalommal szemben is, több esetben tüzet nyitottak a nyugati ágyúaszádokra, illetve egy légitámadásban⁴ elsüllyesztették az Egyesült Államok USS PANAY ágyúaszádját. 1938-ra az ágyúaszádok többsége már csak helyi szolgálatot látott el, mert a japánok egyre jobban szigorították a szabad mozgásuk feltételeit és a kereskedelmet is igyekeztek gátolni.

A II. világháború kitörésekor a brit ágyúaszádok egy része visszatért Európába, a Kínában maradt egységeket pedig leszerelték. 1940-re a briteknek csak 4 ágyúaszádjuk maradt a Jangcén, míg 1937-ben még 13 állt szolgálatban. 1941-re az amerikai hajók többsége is elhagyta a fo-

lyót, egy részük a Fülöp-szigetekre hajózott át, csak 2 db ágyúaszád maradt, az egyik Shanghaiban, a másik pedig a Felső-Jangcén. A Pearl Harbor-i bombázás után az Egyesült Államok és Nagy-Britannia is hadban állt Japánal, a Shanghaiban maradt két ágyúaszádot a japánok elfoglalták (USS WAKE), illetve elsüllyesztették (HMS PETEREL).

AZ ŐRJÁRATOK VÉGE

Japán veresége után a nyugati hatalmak egy rövid időre még visszatértek a Jangcéra, de már nem vezettek rendszeres őrzőjáratokat. Kína belsejét teljesen feldúlta a kommunisták és a nemzeti erők között folyó polgárháború. 1949-re a belviszályból a kommunisták kerültek ki győztesen, amelynek a következményeként a nagyhatalmak sem voltak többé szívesen látott vendégek az országban. A legutolsó incidensre 1949. április 20-án került sor, amikor a brit HMS AMETHYST Shanghai-ból Nanking-be tartott, hogy az ottani brit konzulátust védelmezze. A kommunisták parti ütegekkel rálöttek a hajóra és eltalálták az ágyúaszád kormányállását, ezután a hajó partra futott, ahol további 50 találat érte. A hajó kapitánya halálos sebet kapott, az első tiszt a legénység nagy részét sikeresen partra tette a folyó nemzeti erők által birtokolt oldalán, majd 2 nappal később sikeresen lehúzta a partról a naszádot és horgonyt vetett a kommunisták ágyúinak lőtávolságán kívül. Az egység tíz héten keresztül vesztegelt mintegy 150 km-re Shanghai-tól, közben a diplomáciai tárgyalások sorozatosan eredménytelennek bizonyultak. Végül, július 30-án, az éjszaka közepén a hajó kitört szorongatott helyzetéből. Számtalan parti üteg mellett haladt el szerencsésen, és még egy fatörzsekből emelt torlaszt is sikeresen áttört, majd biztonságban elérte Woosung-ot.

AZ ÁGYÚASZÁDOK TÍPUSA NEMZETEK SZERINT

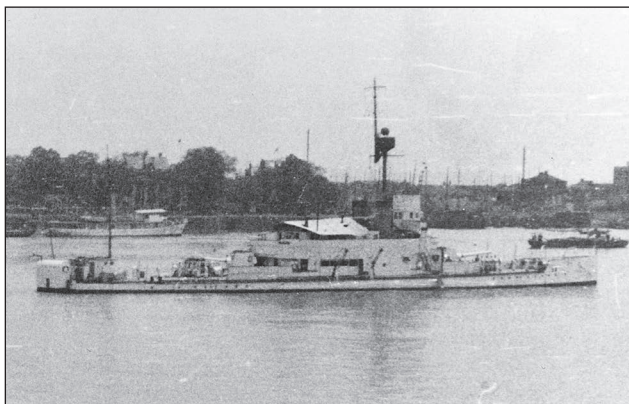
Hankow fölött csak a folyami hajók számára volt alkalmas a Jangce vize a közlekedésre, ezért – az üzemeltető nemzetektől függetlenül –, az ágyúaszádok építéskor számos irányelvet mindenkinek be kellett tartania, ha a folyó felső szakaszait is el szeretne volna érni. A kifejezetten folyami szakaszokra jellemzően két hajócsavarral meghajtott, lapos hajófenekű egységeket építettek, amelyeknek a merülése is kellőképpen sekély volt. Külön problémát jelentett a Három-szurdok, amelyen áthajózni csak jól manőverezhető, nagy géperejű egységekkel lehetett.

Ezeket a hadihajókat tulajdonosaiknál jóval gyengébben felszerelt ellenséges csapatok ellen tervezték, akik alig rendelkeztek modern értelemben vett fegyverzetrel. Ezért e hajókat szinte alig borította páncélzat és a fő fegyverzetük sem volt túl erős, de az alkalmasint még karddal és lándzsával rohamozó ellenség ellen ezek a modern gyorstüzelő fegyverek is elég elrettentő erőt képviseltek.

KIRÁLYI HADITENGERÉSZET (ROYAL NAVY)

Az első, kifejezetten erre a célra épített ágyúaszádok a Jangcén a HMS WOODCOCK és a HMS WOODLARK voltak. Mindkét hajót Skóciában építették, majd darabokban szállították Shanghaiba, ahol az egyes elemeket összeszerelték. Ezek az egységek voltak az első olyan ágyúaszádok, amelyek elérték a Felső-Jangcét. Bár fegyverzetük gyenge volt és nem rendelkeztek nagy teljesítménnyel, ezt





2. ábra. A HMS BEE 1920-tól 1938-ig a brit Jangce-flotta zászlóshajójaként őrzőhajóként (Forrás: naval-history.net)

a hátrányt némiképp ellensúlyozta csekély merülésük, és jó manőverező képességük. Ezt az osztályt egy módosított széria követte három egységgel: HMS TEAL, HMS MOORHEN, HMS WIDGEON. Ezek a hajók leginkább nagyobb méretükben különböztek az előd típustól, de még mindig eléggé szegényes kialakításúak voltak; a fedélzeten pl. nem alkalmaztak elektromos áramot. 1910-re javult a helyzet, és a brit hajókat elektromos generátorral és vezetékek nélküli távíróval is felszerelték.

Az Insect osztályú ágyúnaszádok, egy kivételével mind szolgáltak a Jangcén. Eredetileg az egységek bevetését a Dunára tervezték az osztrák–magyar monitorok ellen, ezért valamennyit 6 hüvelykes (15,24 cm) ágyúkkal szerelték fel. A brit hajók, elődeiknél már nagyobb merüléssel rendelkeztek, emiatt csak megfelelően magas vízállás esetén voltak képesek felhajózni a Felső-Jangcére. Az 1920-as években tovább javították a járművek kormányozhatóságát, hogy könnyebben meghajózhassák a Három-szurdok veszélyes szakaszát. Egészen az 1920-as évek végéig ezek az egységek jelentették a Jangcén lévő brit erők gerincét, ekkor nagyobb és modernebb típusokkal kezdték leváltani az Insect osztályt megelőző egységeket. A II. világháború kitöréséig összességében még öt új brit ágyúnaszád érkezett a Jangcére: a HMS PETEREL, a HMS GANNET, a HMS FALCON, a HMS SANDPIPER és a HMS SCORPION. A Királyi Haditengerészet 1940 januárjában beszűntette Kínában a rendszeres tevékenységét, ekkorra az ágyúnaszádok többsége már elhagyta a kínai felsővizeteket.

Az Egyesült Államok Haditengerészete (UNITED STATES NAVY)

Az amerikaiak két első egysége, amely az amerikai polgárháború (1861–1865) után visszatért a Jangcére, a USS MONOCACY és USS ASHUELOT volt. Mindkettő a háborúból megmaradt lapátkerékes hajó volt. A következő bővítési hullám 1900-ban következett be, ekkor több, a spanyoloktól zsákmányolt egység került át a Jangcére⁵. Bő két évtizedig ezek az egységek jelentették az amerikai jelenlétet: az USS ELCANO, az USS QUIROS, az USS SAMAR, és az USS VILLALOBOS. Ezeket a spanyol hajókat támogatta még a nagyobb méretű USS HELENA és alkalmanként a USS WILMINGTON, ez a két hajó számított a Jangcén a legnagyobbknak. Ehhez a flottához 1914-ben csatlakozott a USS MONOCACY (második ezen a néven) és a USS PALOS. Ez a két hajó nem volt túl népszerű a legénység körében, ugyanis eredetileg a Nagy-tavakra tervezték őket, így manőverezésük gyenge, kialakításuk a személy-

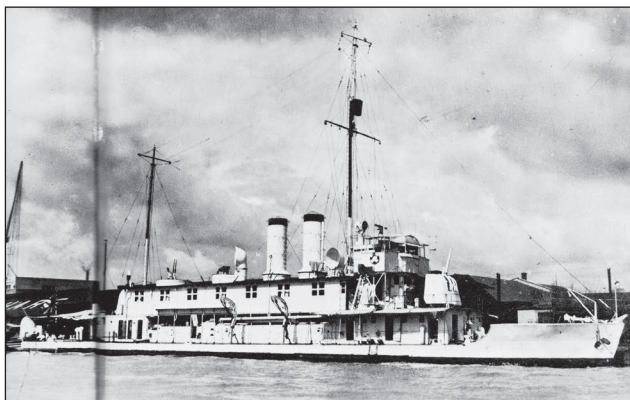


3. ábra. A USS PANAY-t a japánok 1937. december 12-én egy légi támadás során elsüllyesztették (Forrás: combinedfleet.com)

zet számára kényelmetlen volt. Az 1920-as évek végére a meglévő ágyúnaszád-flotta már cserére szorult, ekkor az Egyesült Államok kormánya hat új egység építését rendelte el, amelyek már Shanghaiban épültek, és 1927-ben léptek szolgálatba. Az öreg hajók többségét vagy kivonták a hadrendből, vagy hazarendelték, utolsónak az USS PALOS maradt. A hat új amerikai ágyúnaszádot párokban adták át. Az első páros az USS GUAM és az USS TUTUILA volt, amelyeket 1928-ban, a némileg nagyobb méretű USS OAHU és az USS PANAY követett. A legutolsó két hajót az USS LUZON-t és a USS MINDANO-t még nagyobbra építették, ezzel gyakorlatilag már vízre bocsátásuk pillanatában alkalmatlanok voltak a Hankow fölötti vizeken való járőrözésre. Ezek az egységek jó szolgálatot tettek, de a USS PANAY 1937-es elsüllyesztése után, ahogy a japánok egyre jobban korlátozták kereskedelmüket a rivális nagyhatalmakkal, az amerikai gazdasági érdekeltségek látványosan visszaszorultak Kínában. Az ágyúnaszádok többsége áthajózott a Fülöp-szigetekre. Az USS GUAM-ot a japánok elkobozták⁶, az USS TUTUILA-t pedig átadták a kínai nacionalista erőeknek. Ezzel lényegében véget ért az amerikai jelenlét.

A Császári Japán Haditengerészeti (DAI-NIPPON TEIKOKU KAIGUN KOUKUU-TAI)

A japánok viszonylag későn érkeztek a Jangcére, számukra az orosz–japán háborúban (1904–1905) aratott győzelem hozta meg a Kínában történő érdekérvényesítést. Az első három ágyúnaszádjuk: az IJN UJI, az IJN FUSHIMI, az IJN SUMIDA még Nagy-Britanniában épült. Közülük az IJN FUSHIMI elég erős volt ahhoz, hogy felhajózhasson a Felső-Jangcére. Két további egység érkezett az I. világháború kitörésekor: az IJN TOBA és az IJN SAGA. Az 1920-as évek végén őket követte a Seta osztály négy egysége: az IJN SETA, az IJN KATADA, az IJN HONZU, és az IJN HIRA. Az IJN ATAKA szolgált a Japán 11. flotta parancsnoki hajójaként, bár a mérete csak a folyó alsó szakaszán tette lehetővé a bevetéseket. Az 1930-as években további két hajóval, az Atami osztály érkezett: az IJN FUTAMI és az IJN ATAMI. Ezen egységek kellően sekély merüléssel bírtak a Tung-ting (Dòngtíng Hú) tavi bevetésekhez és a Xiang folyón történő hajózáshoz. 1931-ben a kis méretű IJN SUMIDA érkezett a folyóra, hogy a Jangce középső és felső szakaszán őrzőhajózzon. A második kínai–japán háború (1937–1945) során rombolók és könnyű cirkálók is támogatták a japán szárazföldi csapatokat, miközben a sereg Shanghaiból Hankow felé menetelt. A japánok a II. világháborúban még további újonnan épített vagy zsákmányolt egységekkel egészítették ki a Jangce-flottájukat. A háború végén



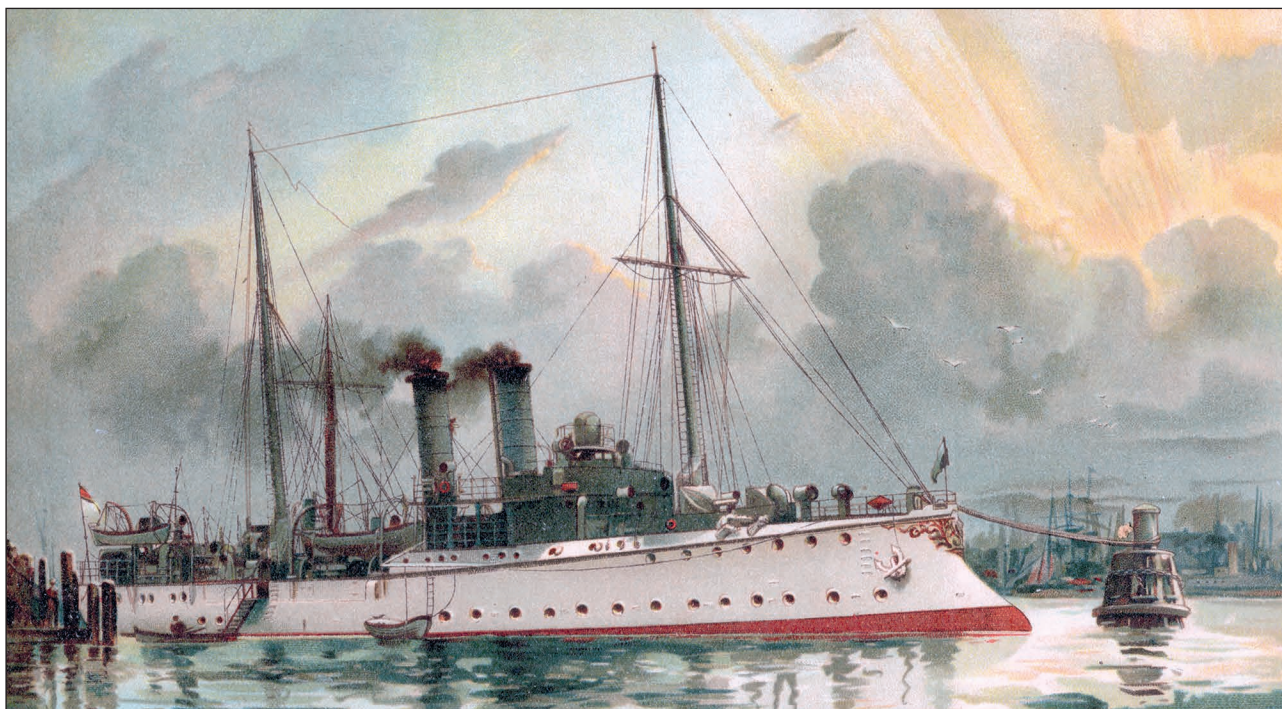
4. ábra. A japán IJN SETA egység (Forrás: Wikipedia)

ezek a hajók jellemzően megsemmisültek, a megmaradtakat átadták a kínai nemzeti erőeknek.

A NÉMET CSÁZÁRI HADITENGERÉSZET (KAISERLICHE MARINE)

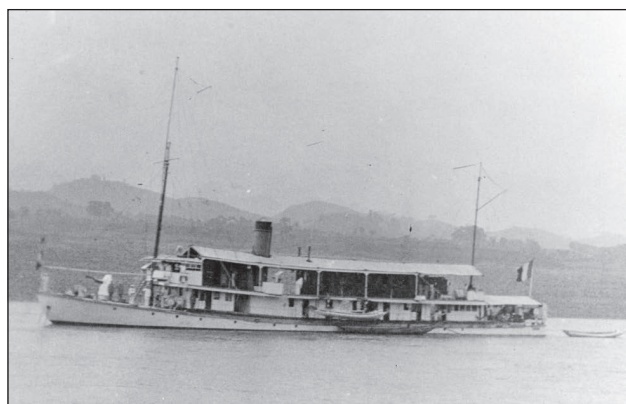
A németek 1897-ben jelentek meg Kínában, de kezdetben nem a Jangcéra koncentráltak, mivel a fő érdekszférájuk Tsingtao körül összpontosult, a Sárga-tengeren. Ugyanakkor az SMS TIGER és SMS LUCHS nevű tengeri ágyúszádok egészen Hankowig felhatoltak a folyón, az SMS ILTIS és SMS JAGUAR nevű egységek pedig a folyó alsó szakaszán őrzéskorok. A Jangcén csak a SMS VORVARTS nevű átalakított gőzös, és a SMS VATERLAND ágyúszád teljesített egész évben szolgálatot. Az SMS VORVARTS-ot 1909-ben kivonták a szolgálatból, és helyette megépítették az SMS OTTER-t Shanghaiban. A kínaiak az I. világháború kitörése után a még a Jangcén tartózkodó egységeket internálták, vagy elsüllyesztették.

5. ábra. Az SMS ILTIS 1899. február 6-án csatlakozott a Német Császári Haditengerészeti Jangce-flottájához. Legénysége 1914-ben, Kiaocsou kikötőjében elsüllyesztette (Forrás: www.history.navy.mil)



A FRANCIA HADITENGERÉSZET (MARINE NATIONALE)

Bár a franciák tengeri egységekkel már 1860-tól jelen voltak a Jangcén, de csak 1900-ban alakították ki első flottilájukat. Az Argus osztály két egységből állt: az ARGUS-ból és a VIGILANTE-ből, amelyeket Nagy-Britanniában építettek, majd Hong Kongban (Hongkong) szerelték össze. Az OLRÉY 1901-ben érkezett Kínába, és egészen 1909-ig a Felső-Jangcén teljesített szolgálatot. A franciáknak egészen 1922-ig nem volt állandó hajójuk a folyó alsó szakaszán; abban az évben a Doudart de Lagrée osztály két hajóját vezényelték ide: a DOUDART de LAGRÉE-t és a BALNY-t, amelyek egészen a II. világháborúig itt szolgáltak. Szintén 1922-ben érkezett meg az ALERTE nevű sloop, amelynek egészen az 1936-os visszahívásáig Hankow volt a bázisa. 1927-ben érkezett meg a francia Jangce-flottilla zászlóshajója, a FRANCIS GARNIER, amelyet a II. világháború kitörése után Francia Indokínába vezényeltek.



6. ábra. A DOUDART de LAGRÉE 1922-től a II. világháborúig szolgálta a francia Jangce-flottát (Forrás: navypedia.org)





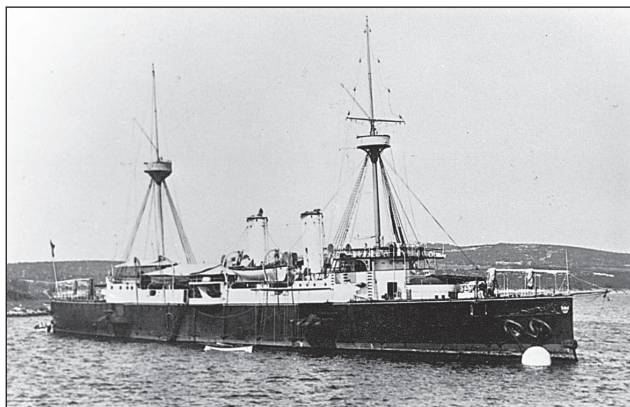
7. ábra. Az olasz LEPANTO ágyúszázdot 1938-ban rendelték Sanghajba, végül 1943-ban legénysége elsüllyesztette
(Forrás: Hajime Fukaya)

Az Olasz Királyi Haditengerészet (Regia Marina)

A Jangce mérsékelten tartozott az Olasz Királyság érdekszférájába, csak a két világháború között vezényeltek egységeket a folyóra. 1920-ban jelent meg a SEBASTIANO CABOTO, amely nagy merülése miatt csak időszakosan tudott felhajózni a folyón. Az egységet a II. világháború kitörése előtt rendelték vissza Olaszországba. Két másik olasz ágyúszázad is csak alkalmi vendégnek számított a Jangcén: az ERMANNIO CARLOTTO és a LEPANTO. Végül 1938-ban Sanghajba irányították, majd 1943-ban mindkettőt elsüllyesztették, amikor Olaszország kilépett a háborúból. Később a japánok kiemelték a hajókat, amelyek a háború után a kínai nemzeti erőkhöz kerültek.

Az Osztrák–Magyar Monarchia Császári és Királyi Haditengerészete (Kaiserliche und Königliche Kriegsmarine)

Az Osztrák–Magyar Monarchia nem rendelkezett állandó jelenléttel a Jangcén, de időnként egyes hadihajói érintették a Kelet-kínai tenger torkolatnál fekvő Sanghaj kikötőjét, néhány alkalommal pedig feljebb is hatoltak a folyón. Több ízben vettek részt zavargások elfojtásában, illetve partraszálló különítményeket indítottak a rend helyreállítására a szárazföld belsejébe is. A Monarchia nem építtetett külön folyami ágyúszázadokat, mivel a gazdasági érdekeltségei elsősorban Csingtao (Qingdao) városa köré összpontosultak. Szükség esetén a mélytengeri egységeket küldték fel a folyó mentén, ami 1133 km-re a torkolattól, Hankow városáig tette lehetővé számura a bevetéseket. Az alábbi egységek fordultak meg a Jangcén: az SMS PANTHER torpedócsirkáló, az SMS LEOPARD torpedócsirkáló, az SMS KAISER FRANZ JOSEF I védett csirkáló, az SMS KAISERIN und KÖNIGIN MARIA THERESIA védett csirkáló, az SMS ASPERN védett csirkáló, az SMS SZIGETVÁR⁷ védett csirkáló. Hankow városáig 9 alkalommal jutottak el a Monarchia hadihajói; az SMS ZENTA, az SMS KAISERIN und KÖNIGIN MARIA THERESIA, az SMS ASPERN, valamint az SMS LEOPARD egyszer, az SMS KAISER FRANZ JOSEF I. kétszer, az SMS KAISERIN ELISABETH pedig háromszor fordult meg a település partjainál. Jellemzően csak néhány napot, maximum egy hetet töltöttek el itt az egységek, magán a Jangcén sem tartózkodtak egy hónavnál tovább. (Ez alól csak Sanghaj kikötője jelentett kivételt, ahol előfordult hosszabb tartózkodás.)



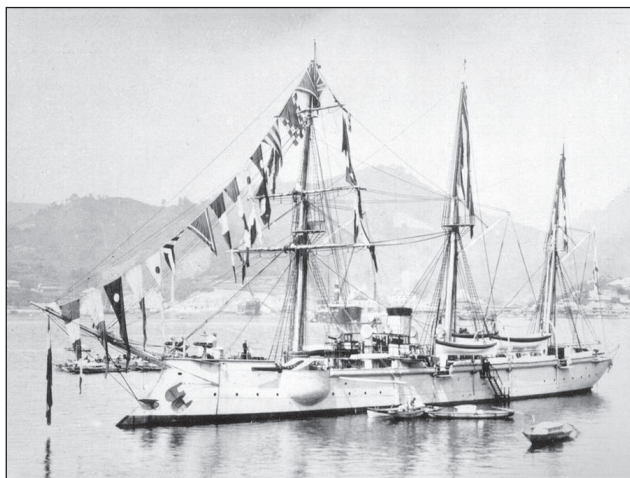
8. ábra. Az Osztrák–Magyar Monarchia 4000 tonnás védett csirkálója, az SMS KAISER FRANZ JOSEPH I
(Forrás: history-navy.mil)

GIN MARIA THERESIA páncélos csirkáló, az SMS ZENTA védett csirkáló, az SMS ASPERN védett csirkáló, az SMS SZIGETVÁR⁷ védett csirkáló. Hankow városáig 9 alkalommal jutottak el a Monarchia hadihajói; az SMS ZENTA, az SMS KAISERIN und KÖNIGIN MARIA THERESIA, az SMS ASPERN, valamint az SMS LEOPARD egyszer, az SMS KAISER FRANZ JOSEF I. kétszer, az SMS KAISERIN ELISABETH pedig háromszor fordult meg a település partjainál. Jellemzően csak néhány napot, maximum egy hetet töltöttek el itt az egységek, magán a Jangcén sem tartózkodtak egy hónavnál tovább. (Ez alól csak Sanghaj kikötője jelentett kivételt, ahol előfordult hosszabb tartózkodás.)

A Cári Oroszország Haditengerészete

A nagyhatalmak közül legkevésbé Oroszország vette ki a részét a Jangce őrzéséből. Ennek oka, hogy területi igényeik Mandzsúria és Kelet-Szibéria vidéke, viszonylag távol esett a Jangcétól. Az orosz–japán háború Oroszország számára kedvezőtlen befejezése szintén tovább gyengítette a cári birodalom érdekérvényesítő képességeit. Az 1911-es Hankow-i lázadások alatt a folyóra küldték a MANDZHUR ágyúszázadjukat, de ezen kívül a Jangce térségében érdemi eseményekben nem vettek részt.

9. ábra. A KOREETS, a MANDZHUR testvérhajója. A cári Oroszország Haditengerészete a Jangce térségében érdemi harci eseményekben nem vett részt (Forrás: Архив фотографий кораблей русского и советского ВМФ)



1. táblázat. Az alkalmazott hadihajók főbb adatai*

Típus	BEE folyami ágyúaszád	PANAY folyami ágyúaszád	SETA folyami ágyúaszád	DOUDART de LAGRÉ folyami ágyúaszád	ILTIS ágyúaszád	KAISER FRANZ JOSEF I. védett cirkáló	LEPANTO ágyúaszád	MANDZHUR ágyúaszád
Ország	Egyesült Királyság 1915	Egyesült Államok 1928	Japán 1923	Franciaország 1909	Németország 1898	Osztrák–Magyar Monarchia 1890	Olaszország 1927	Oroszország 1887
Víziszorítás (tonna)	645	474	254	183	1048	4030,9	625	1418
Hosszúság (m)	72,4 m	57	54,86	54,4	65,2	103,7	66	66
Szélesség (m)	11	8,7	8,23	6,7	9,1	14,72	8,7	10,7
Merülés (m)	1,2	1,6	0,79	1,0	3,59	6,08	2,4	3,8
Teljesítmény (LE)	2000	2250	1400	900	1378	8743	1500	1500
Meghajtás (hajócsavar)	2	2	3	2	2	2	2	2
Sebesség (csomó)	14	15	15	14	14,8	19	15	13
Fegyverzet	2 × 6 hüvelykes löveg, 2 × 12 fontos löveg, 12× géppuska	2 × 3 hüvelykes löveg, 8× géppuska	2 × 80 mm-es löveg, 6 × 7,7 mm géppuska	6 × 37 mm-es löveg	4 × 88 mm-es löveg, 6 géppuska	8 × 15 cm-es löveg, 9 × 4,7 cm-es gyorstüzelő löveg, 2 × 3,7 cm-es szórólöveg, 2 × 7 cm-es csónaklöveg	2 × 4 hüvelykes löveg, 1 × 3 hüvelykes légvédelmi löveg, 2 géppuska	2 × 203 mm-es löveg, 1×152 mm-es löveg, 4 × 107 mm-es löveg, 1× 63 mm-es löveg, 2 × 47 mm-es löveg, 4 × 37 mm-es löveg
Legénység (fő)	53-55	59	59	66	130	444	66	179

* 1 hüvelyk [in] = 2,54 [cm]; 1 font [lb] = 0,45359237 [kg].

ÖSSZEZÉS

A Jangce őráratok tökéletes példái az ún. ágyúaszád diplomácia érvényre juttatásának. Haditechnikai-műszaki értelemben elismerésre méltó, ahogy ezek a kis méretű hadihajók képesek voltak fenntartani az idegen érdekeket egy olyan hatalmas országban, mint Kína. Természetesen ehhez szükség volt a belpolitikai instabilitásra, és a hosszú elzárkózásból eredő technikai és szemléletbeli lemaradásra is. Napjainkra a trend megváltozott, és éppen Kína kezdi az ágyúaszád-diplomácia segítségével fokozatosan rákényszeríteni az akaratát közvetlen és távolabbi környezetére⁸. A 2010-es évek óta Kína egyre fokozódó ütemben fejleszti haditengerészetét, és számos flottatámaszpontot létesített a Perzsa-öböl, az Indiai-óceán és a Dél-kínai-tenger térségében. Az Amerikai Védelmi Minisztérium (Pentagon) jelentései szerint a 2020-as évek elején a kínai haditengerészet kitör a honi vizeket védelmező flotta szerepköréből és alkalmassá válik a globális bevetésekre. A jelenlegi flottafejlesztési ütemmel számolva, 2030-ra a Dél-kínai-tenger „kínai belvíz” lesz.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Angus Konstam. *Yangtze River Gunboats 1900-49*. Osprey Publishing, 2011;
- [2] Angus Konstam. *Gunboats of World War I*. Osprey Publishing, 2015;
- [3] Veperdi András. „Az osztrák-magyar hadiflotta az első világháborúban I. Cirkálók” *Hajózástörténeti Közlemé-*

nyek 2. évf., 1. szám (2007) kriegsmarine.hu/hk/cirkalok.pdf, letöltve: 2021. 01. 07.;

- [4] „KOREETS gunboats (1887)”. Elérés 2021. január 7. http://www.navypedia.org/ships/russia/ru_of_koreets.htm;
- [5] Navypedia. *DOUDART DE LA GRÉE river gunboat (1909)* https://www.navypedia.org/ships/france/fr_of_doudart_de_la_gree.htm;
- [6] Tolley, Kemp. *Yangtze Patrol. The U.S. Navy in China*.

JEGYZETEK

- 1 Napjainkban Wuhan.
- 2 Országok szerinti bontásban: 6 brit, 4 német, 3 amerikai, 3 japán, 2 orosz, 1 francia, 1 osztrák-magyar (SMS KAISER FRANZ JOSEF I védett cirkáló).
- 3 Országok szerinti bontásban: 11 brit, 10 japán, 9 amerikai, 3 francia és 2 olasz.
- 4 1937. december 12-én, majdnem pontosan 4 évvel a Pearl Harbor-i hadikikötő bombázása előtt.
- 5 Az 1898-as spanyol-amerikai háborúból.
- 6 USS WAKE néven hajózott már ebben az időben.
- 7 A közös K.u.K. haditengerészet hajóin szolgáló legénység egy része magyar nemzetiségű volt. Így hatalmi érdekből magyar tengerészek is eljutottak a Jangce-ra. Adataik a bécsi Kriegsarchívban (Hadilevéltárban), a K.u.K. Haditengerészet külföldi missziós feladatot teljesítő hajózási legénység lajstromában megtalálhatók (szerk.).
- 8 Napjainkban a Kínai Népköztársaság gazdasága az első helyen áll, népessége 1 406 313 000 fő (2021. január 22-i adat), és a világ legnagyobb, 2 270 000 fős (aktív létszám) hadseregével rendelkezik (szerk.).