

Dr. Németh András\* – Dr. Hegedűs Ernő\*\* – Wippelhauser András\*\*\* – Simó Réka\*\*\*\*

# A katonai alkalmazású autonóm terepjáró járművek fejlesztésének egyes kérdései

I. rész

## BEVEZETŐ GONDOLATOK

A közúti járművek kutatása során fontos irányt képvisel napjainkban a hibrid és tisztán villamos hajtások, illetve a kommunikációs megoldások fejlesztése, valamint az egyre magasabb fokú, végcélként pedig a teljes automatizáltság elérésére való törekvés. Az önvezető autó (autonomous car, robotic car, self-driving car) kifejezés alapvetően olyan gépjárművet takar, ami korlátozott emberi beavatkozás mellett, vagy anélkül, a különböző digitális technológiák, fejlett szenzortechnika és a számítástudomány vívmányainak felhasználásával képes balesetmentesen közlekedni közúti forgalomban. Érzékeli környezetének változásait, valamint különböző kommunikációs csatornákon keresztül információkat gyűjt a kiindulási és a célállomás közötti alternatív útvonalak forgalmi viszonyairól, illetve ezekhez adaptív módon alkalmazkodva navigálja önmagát. Ez lehetőséget teremt a rendelkezésre álló útfelület hatékony kihasználására, a közlekedési dugók elkerülésére, valamint a balesetek valószínűségének minimálisra csökkentésére. Az önvezető járművek vezérléséhez számos érzékelő és korszerű navigációs rendszer, így például sztereo optikai szenzor (kamera), radar, lézerradar, GNSS (Global Navigation Satellite Systems) által szolgáltatott adatot használnak fel.

Az autonóm járművek alkalmazási lehetőségének elemzésekor szükséges az autonóm megoldások rétegeinek, a különböző értékelési, kategorizálási szempontok elkülönítése, amelyek alapján az adott járművek koncepciói elhatárolhatók, illetve különböző elvárások támaszthatók a járművekkel szemben.

Az autonóm járművek katonai alkalmazásától az előjárók elsősorban az élőerő veszteségeinek csökkenését várják el a különböző katonai, és a kapcsolódó támogató műveletek során. Az autonóm on- és offroad járművek a jövőben várhatóan alkalmazhatók lesznek a katonai feladatok legszélesebb spektrumában, akár közvetlen harci feladatok végrehajtása során is. Amennyiben sikerül elérni az autonómiának azt a szintjét, hogy a járművek fedélzetén egyáltalán nem lesz szükség személyzetre, illetve azokat nem is katonák szállítására használják, az ilyen eszközök tervezése során teljesen új szemléletet lehet majd követni, hiszen az élőerő megővése érdekében felhasznált szerkezeti elemek

és rendszerek nem korlátozzák majd a tervezési szabadságot. Ennek következtében teljesen új konstrukciós megoldások és funkciók megjelenésére is számítani lehet. A katonai célú autonóm járműveket egyfajta megközelítés szerint tehát három fő tevékenységi forma köré tudjuk csoportosítani, mint a személyszállítás (pl. harctéri csapatszállító, sebesültszállító, kutató-mentő járművek), logisztikai feladatok (pl. utánpótlás: fegyver, lőszer, üzemanyag, élelmiszer, ivóvíz, elhelyezési anyagok szállítása), illetve harc- és harci támogató járművek (pl. tűzérési eszközök, harckocsik, műszaki mentő, aknamentesítő, műszakizár-építő, felderítő, NBC Atom Biológia Vegyi szennyező anyag mentesítő járművek). Ennek megfelelően célszerű közös építési platformon kialakított járművekben gondolkodni, amelyek felépítménytől függően számos feladat végrehajtására képesek. Ugyanakkor feladatunként eltérő fejlesztési koncepcióra lehet szükség, amelyet az elvárt fizikai méretek és műszaki paraméterek is nagyban befolyásolnak.

Az önvezető eszközök tekintetében az egyik legfontosabb osztályozási szempont a jármű autonómiájának foka. A hadviselésben az autonóm járművek először a repülésben jelentek meg, itt az autonómia kifejezést korábban akár a távolról történő vezérlés képességére, illetve a kapcsolat megszakadása esetén az automatikus hazatérési funkcióra is használták. A mai értelmezésben azonban az autonóm járművel szemben támasztott követelmény a teljesen önálló tevékenység, humán interakció nélküli vezetés (közlekedés) lehetősége a közúti, vagy terepjáró (off-road) közlekedésben. Ennek megfelelően a jövőben építendő autonóm katonai, illetve harcjárművek egyik legfontosabb tulajdonsága lesz, hogy milyen mértékben képesek a fenti elvárásnak megfelelni, azaz mekkora az autonómiájuk mértéke.

Ezeknél a járműveknél is elképzelhető például az aktív humán interakcióval történő vezetési mód, ahol a kezelő-személyzet biztonságos távolságból, de többé-kevésbé járművezető szerepkörben kezeli a járművet, mint egy drónoperátor a pilóta nélküli légi járművét (UAV – Unmanned Aerial Vehicle). Ennek a vezérlési módnak az egyik legnagyobb korlátja az, hogy a földön található tereptárgyak jelentősen megnehezítik az eszközzel történő kommunikációt, illetve vezérlését, és emellett fel kell készülni arra az

**ÖSSZEFOGLALÁS:** Az autonóm közúti és terepjáró (on- és off-road) katonai járművek fejlesztése a haditechnikai K+F+I egyik ígéretes területe lehet. A cikk – a polgári autonóm járműfejlesztésekre is kitérve – áttekinti a terepjáró autonóm katonai járművek fejlesztési eredményeit.

**KULCSSZAVAK:** autonóm jármű, on- és off-road jármű, kutatás-fejlesztés, innováció, UGV

**ABSTRACT:** Development of autonomous on-road and off-road military vehicles can be one of the promising fields of the military technological R&D&I. The article reviews results gained in development of autonomous off-road military vehicles and also mentions developments of autonomous non-military vehicles.

**KEY WORDS:** autonomous vehicle, on-road vehicle, off-road vehicle, research and development, innovation, UGV

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

\*\* Mérnök alezredes, PhD, NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Haditechnikai Tanszék/National University of Public Service. ORCID: 0000-0001-8457-5044

\*\*\* BMGE Mérnök informatikus mesterszak, ORCID: 0000-0001-6966-4217

\*\*\*\* NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar. ORCID: 0000-0003-0986-2363





**1. ábra. A Magyar Honvédség tűzszerész felderítő robotja manipulátor karral. Fő feladatai: a katonai eredetű és improvizált robbanótestek hatástalanítása, valamint a tűzszerész felderítési tevékenység biztosítása (Fotó: Dr. Hegedűs Ernő)**

eshetőségre is, hogy az összeköttetés teljesen megszakad, akár véletlen zavarok, akár szándékos zavarási tevékenység következtében.

A közvetlen vezérlésnél egy fokkal magasabb autonómia szintet jelent egy olyan irányítási modell, ahol a jármű bizonyos részfeladatok megoldását önállóan végzi, azonban döntési helyzetekben mérlegelést nem végezhet, a feladatok végrehajtásának tervezését nem képes elvégezni. Ez a gyakorlatban azt jelentheti, hogy a jármű egy megadott útvonalon egyedül képes haladni, megváltozott körülmények – például ellenséges járművek észlelése, nagy támadás elszívódása – esetén pedig kezelői beavatkozásra szorul.

Az autonómia legmagasabb fokán a jármű vezérlőrendszere képes a megadott kényszerfeltételeket kielégítő részletes tervek kidolgozására és végrehajtására, kezelői beavatkozás csak a feladat megfelelő leírásakor szükséges. Ilyen utasítás lehet például az ellátmány szállítása egy alegység vagy alakulat részére. Ebben az esetben az autonóm járműnek meg kell terveznie az odavezető útvonalat, és a lehető legbiztonságosabban, a végrehajtás során rejtve maradva, a megadott határidőn belül kell elérnie a célt. A járműnek kezelnie kell a terepviszonyok és a környezeti hatások megváltozását, ebben sem számíthat a kezelő segítségére. Az autonómia legmagasabb szintje, amikor teljes, nem jól definiált, feladatokat kell önállóan megoldania a járműnek, vagy járművek egy csoportjának (rajtechnológia). Ilyen feladat lehet például a kutatás-mentés, vagy felderítés. Az autonóm járművek ilyen esetben közösen is dolgozhatnak a kollektív intelligencia által biztosított képességek kihasználásával, a feladatok partícionálását maguknak kell elvégezniük, külső beavatkozás nélkül. Ilyen feladat lehet például egy terület részekre osztása és így módon történő feltérképezése. Egyes feladatok esetén célszerű megoldás lehet, ha az autonóm járművek UAV-kat, vagy drónrajokat is felhasználnak céljaik elérése érdekében, amely különösen indokolt lehet például off-road igénybevételek során a pillanatnyi terepviszonyok felmérése, a 3D működési környezet modelljének előállítására.

Autonóm harc- és gépjárművek esetén a megbízható, redundáns kommunikációs csatornák biztosítása gyakorlatilag elengedhetetlen feltétele a rendszer működésének. Ez teszi lehetővé többek között azt is, hogy az ilyen eszközök integrációja megtörténhessen a jövő komplex, digitális hadszíntereibe, amelyekben a végrehajtott műveletek a szereplők közötti valós idejű információ-megosztáson alapulnak. Ennek tükrében a kommunikációnak többfajta formáját is megkülönböztethetjük. Egyrészt az autonóm járműnek szüksége lehet a kezelőszemélyzettől származó utasításokra a küldetés során, akár a cél idő közben törté-

nő megváltoztatása érdekében, vagy adott esetben a közvetlen irányítás átvételének lehetősége miatt. Emellett a harctér többi szereplőjével is szükséges az állandó összeköttetés fenntartása, akár az autonóm eszközök, szenzorrendszerek, akár humán alegységek irányába, ami alapját képezi a közös műveletek eredményes, hatékony és biztonságos végrehajtásának, akár folyamatosan változó körülmények között is. A komplex helyzetismeret kialakításának alapját a harcterről, a saját, az ellenséges, a semleges erők és a polgári létesítmények, eszközök és személyek pillanatnyi helyzetéről, illetve állapotáról megszerzett minél részletesebb, pontosabb információk rendelkezésre állása, valós időben történő feldolgozása, és a döntéshozatali rendszerbe történő automatizált becsatolása jelenti. Mindemellett szükség van „menedzsment jellegű” kommunikációra is, ami alatt az autonóm járművek és a műveletirányítói szint közötti csatornákat kell érteni. A különböző szintű és rendeltetésű kommunikációs csatornák minősége, megbízhatósága, illetve biztonsága alapjaiban határozza meg az ilyen rendszerek sebezhetőségét, vagy éppen ellenállóképességét.

Az autonóm járművek és a kezelőszemélyzet közötti összeköttetés jelentősége nagyban függ az autonómia fokától. Alacsony fokú autonómia esetén ennek a kapcsolatnak valós idejűnek kell lennie, gyakorlatilag szinte semmilyen késedelem nem fogadható el, ezért nagyon jó minőségű, biztonságos kapcsolatot várunk el. Minél magasabb az autonómia foka, annál kevésbé lényeges ennek a kommunikációs platformnak a minősége, mivel a valós idejű kommunikáció szükségessége a kezelőszemélyzettel csökken. Ugyanakkor teljesen soha nem nélkülözhető ez a szint, hiszen minden járműnek legalább a „küldetést” meg kell kapnia ahhoz, hogy elkezdhesse megtervezni annak végrehajtását.

Katonai műveletek során a résztvevő alegységek közötti kommunikáció rendkívül fontos az együttműködés feltételeinek biztosítása, a hatékony feladat-végrehajtás érdekében, ez azonban nem feltétlenül szükséges közvetlenül az autonóm járművek működéséhez. Az ilyen eszközök, vagy a kezelőszemélyzet döntéseinek minőségét ugyan nagyban befolyásolja a pontos, megbízható és aktuális információ a harctér állapotáról, ám az autonóm járművek képesek maradnak a tevékenységben való aktív részvételre a kommunikáció hiánya esetén is. Ez a jellegű információáramlás a harctéren rendkívül értékes, és még értékesebbé válik a jövőben az információk főlény kialakítása során, ezért jelentősége nem lebecsülhető annak ellenére sem, hogy működés szempontjából nem feltétlenül van rá szükség.

A menedzsment jellegű kommunikáció szerepe kettős, egyrészt a művelet szempontjából fontos döntések meghozatalához szükséges adatokat és információkat hivatott továbbítani az előjáró irányába, másrészt az ezek alapján kiadott parancsok eljuttatásáért felelős a végrehajtói szintre. Ez a típusú kommunikáció rendkívül nagy hagyományokra tekint vissza, megjelenése csaknem egyidős a hadviseléssel. Az ilyen típusú összeköttetéseknek bár viszonylag alacsony forgalmat, és időszakosan kell csak lebonyolítania, rendelkezésre állásuk mégis kulcsfontosságú egy-egy küldetés sikere szempontjából még akkor is, ha bizonyos autonómia szint alatt az ezen áramló információkat csak a kezelőszemélyzetnek kell értelmeznie, így azok közvetlenül nem befolyásolják a jármű tevékenységét. Ide sorolhatjuk ugyanakkor a kooperatív feladatot végrehajtó autonóm járműcsoport azon döntéseinek kommunikációját is, amelyek műveleti célok elérésére irányulnak.

A fentiek alapján elmondható, hogy a jelenleg felhasználható vezetékek nélküli kommunikációs technológiák, platformok és szolgáltatások tulajdonságai, képességei alapvetően korlátozzák a katonai célú, műveleti, harci alkalmazás

lehetőségeit. Az autonóm működéssel összefüggő folyamatos kommunikáció rádiófrekvenciás kisugárzással jár, aminek felderítése, folyamatos megfigyelése lehetőséget teremt az alkalmazó szándékának, akár hosszú távú céljának a feltárására is, így az ellenük való tevékenység megkönnyítésére. Ez lehet akár szándékos zavarás, a rádióforrásokra indított tűzcsapás, vagy ami talán a legnagyobb veszélyt rejt magában, az autonóm eszközök feletti ellenőrzés átvétele, és tevékenységük alkalmazójuk ellen történő fordítása, ami a kiberhadviselés eszköztárának felhasználásával válik lehetségessé. (Érdekes kutatási terület lehet továbbá a GNSS rendszerektől való függés vizsgálata, illetve az ilyen infrastruktúráktól független navigációs megoldások kidolgozása.)

A polgári célú autonóm járművek esetén napjainkban alapvetően két rádiós hozzáférési megoldást használnak. Az IEEE 802.11p (DSRC – Dedicated Short Range Communications – kis hatótávolságú rádiókommunikáció) szabvány, ami az európai ITS-G5 szabványcsalád (Intelligent Transportation Systems – önvezető járműrendszerek), valamint az annak megfelelő amerikai szabványcsalád alapja. (Ez a neve alapján is nagyon hasonlít a WiFi-s hozzáférési megoldáshoz, ugyanakkor nem teljesen azonos vele). A másik a C-V2X nevű szabvány, ami a 3GPP által lett bejegyezve, és az 5G család része. Bár rövidítésében a „C” tag a Cellular szóra, azaz cellás rendszerű infrastruktúrára utal, használatához mégsem szükséges hálózati infrastruktúra kiépítése. Ez a szabvány nagymértékben hasonlít az LTE (4G) szabvány egyik uplink irányú üzenetéhez. (Ez időzítés-érzékeny megoldás, és működéséhez a GPS/GNSS rendszertől szükséges pontos idő-információt kapnia).

A terepen történő (off-road) alkalmazás feltételeinek megteremtése az autonóm járművek esetén azonban messze túlmutat a megfelelő felépítmény, futómű és hajtáslánc kialakításán, vezérlési, irányítási mechanizmusai is lényegesen bonyolultabb, összetettebb megoldásokat, és sokkal több bemeneti paramétert (szenzorhálózatok) igényelnek közötti társaikénál. A navigáció során a helyzetinformációkon kívül egyrészt a terep nagypontosságú térbeli (3D) ismeretére van szükség, másrészt többek között a felszín minőségére (mechanikai paraméterek, pl. megtartó képesség, sűrűlódási együtthatók), a növényzetre és a mesterséges objektumokra (műtárgyak) vonatkozó lehető legnagyobb mennyiségű egzakt információt kell begyűjteni (feldolgozni) a környezetből ahhoz, hogy a meghatározott küldetés minél alacsonyabb kockázattal legyen végrehajtható. (Érdekes kérdés lehet például, hogy miként lehet az ilyen járművek mozgását biztosítani különböző műszaki zárákkal, vagy csapdákkal nehezített terepen.)

A jövőben – a Zrínyi 2026 haderőfejlesztési program során – a Magyar Honvédség is kialakíthat egy tereppályát és egy kutatóbázist, megteremtve a katonai célú autonóm járművek – például harctéri robotok – vizsgálatának és fejlesztésének hazai bázisát a zalaegerszegi Autóipari Próbapálya Kft-nél.

### A JÖVŐ KÖZÜTI JÁRMŰEI ÉS AZ AUTONÓM, AUTOMATIZÁLT IRÁNYÍTÁSTECHNIKA

Az első autonóm jármű 1977-ben Japánban gördült ki az útra. 1987-ben kezdődött egy újabb gépkocsi-automatizálási program, amely a Pan-European PROMETHEUS Project nevet viselte. 1995-ben az amerikaiak indítottak útnak részben autonóm irányítású járműveket „No Hands Across America Project” néven. AHS Demo '97 néven az Automatic Highway System húsz autonóm járművet mutatott be San

Diegóban, amelyeket adaptív sebességtartó és vészfékezés-szabályozóval (ACC – Adaptive Cruise Control) láttak el. Az ACC az elöl haladó jármű távolság- és sebesség adatainak ismeretében tartja vagy módosítja járművünk haladási sebességét. Utóbbi érdekében, radarmérésű távolság- és sebességelek alapján, hajtó-, illetve fékezőnyomatékokat fejt ki, a haladási sebesség módosítására. 2000 és 2002 között ADAS (Advanced Driver Assistance Systems – fejlett vezetéstámogató rendszer) néven, az EU folytatott eredményes kutatási programot közúti járművek érzékeléstechnikájának kifejlesztésére, és autonóm irányítású járműveken végzett kipróbálására. AHSRA Demo 2000 néven a japánok 38 buszon, teher- és személygépkocsin mutatták be a vezetői asszisztensek és irányítórendszerek ütközés bekövetkezését csökkentő hatását. 2000 és 2003 között a CHAMELEON programban próbálták ki az első akadálydetektáló radar, lézer és lézerszenzor rendszerek ütközés előrejelző hatását. Itt vezettek be először sávtartó eszközöket. A sávtartó, a sávhatárok megállapítását célzó, az adott sebességgel haladó jármű (kamerajelein) kormány-szög, fék- vagy gázpedálállás-változás hiányát mutató jelek felhasználásán alapuló, aktív (fékezést és/vagy kormányzást módosító) eszköz, beavatkozási képességgel.

2001 és 2004 között a franciák ARCOS (Research Action for Secure Driving – biztonságos vezetést támogató rendszer) néven folytattak autonóm járművekkel eredményes ütközéscsökkentést fejlesztő kísérleteket. 2001 és 2004 között, CarTALK 2000 néven az EU próbált ki a járművek egymás közötti automatikus kommunikációján alapuló, újfajta vezetői asszisztens rendszereket. Az autonóm, önvezető autó kifejlesztésén egymástól függetlenül több cég, így a Google, a Nissan és a Tesla Motors is dolgozik. A Nissan 2014 közepén úgy tervezte, hogy a cég által fejlesztett és 2014 eleje óta tesztüzemben működő önvezető Nissan Leaf-et 2018-ban kereskedelmi forgalomba hozza, amennyiben ennek jogi feltételeit meg lehet teremteni. A Daimler ugyanebben az évben 2025-re becsülte az önvezető kamionok piaci bevezetését, amivel jelentősen csökkenteni lehetne a hivatásos sofőrök fáradtságából eredő balesetek számát. 2014-ben hét vállalat kapott engedélyt San José városától (USA), hogy önvezető autót teszteljen a város erre kijelölt zónájában: ezek a Volkswagen/Audi, a Mercedes-Benz, a Google, a Delphi Automotive, a Tesla Motors, a Bosch és a Nissan. Hollandiában és Nagy-Britanniában 2015-től kísérleti jelleggel közlekedhetnek önvezető autók meghatározott közutakon is.

Napjainkban a Tesla Model 3 már működik önvezető módban. A Tesláknak még nem teljesen automatizáltak, de már számos, nagymértékben autonóm rendszert építettek beléjük. Autópályán képesek önállóan felvenni a forgalom ritmusát, fékeznek, ha autó van előttük, és vészmanővert is végrehajtanak, ha karambolt kell elkerülni. (A Teslát leszámítva ezek a funkciók csak akkor működnek, ha a sofőr fogja a kormányt.)

Magyarországon a BME Közlekedésautomatikai Tanszék kutatói már 2012-ben dolgoztak egy olyan aktív felfüggesztési rendszer tervezésén és UGV (Unmanned Ground Vehicle – vezető nélküli szárazföldi jármű) járműre implementálásán, amely lehetővé teszi, hogy nehéz terepen végighaladva a jármű felépítménye közel vízszintes helyzetben maradjon.

Gépkocsinál kisebb önjáró járművek – ipari és járőr robotok – fejlesztésével hazánkban is foglalkoznak. Az SG-MAX Informatikai Tervező Stúdió Kft. 2008-tól foglalkozik robotok fejlesztésével. 2010-ben fejlesztette ki az SG-MAX Kft. mobil robot prototípusát, a járőr robotot. A járőr robot egy mobil adatgyűjtő eszköz, amelynek elsődleges felada-



ta, hogy a hagyományos járőr vagy őrző-védő funkciót robottechnikával kiegészítse. A robot feladata, hogy egy adott területet folyamatosan felügyeljen (például egy kerítés mentén járőrszolgálatot teljesít), sztereo és hőkamerával a területet pásztázza. Mozgás észlelése esetén például különbséget tud tenni ember és állat között. Terepjáró képessége egy átlagos felhasználású motorkerékpárhoz hasonlít. Akár 15%-os lejtőn is képes mozogni, és 24 órás üzemben is folyamatosan működhet.

### **KATONAI TEREPJÁRÓ (OFF-ROAD) AUTONÓM JÁRMŰVEK, HARCIS ROBOTOK, UGV-K**

A katonai fejlesztések sem maradtak el a polgáriaktól. A modern katonai UGV-k őse, a „Shakey” a DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) mesterséges-intelligencia-kutatás céljából állt üzembe 1968-ban, a Stanford Research Institute-ban. A következő állomás a DARPA által készített ALV (Autonomous Land Vehicle) volt, amely az 1980-as évek elején látta meg a napvilágot. A fegyverrel ellátott UGV az 1987–1988-as évekre alakult ki, amelynek két projekt volt a zászlóshajója: a TMAP (Teleoperated Mobile Anti-Armour Platform – távirányítású önjáró páncéltörő-hordozó jármű) és a TOV (Teleoperated Vehicle – távirányítású jármű). A német haderő, a Bundeswehr 1980-ban, a müncheni egyetemen mutatta be önzetű járművét. A német jármű úton elérte az óránként 100 kilométeres sebességet.

Az USA-ban 1990-ben az összes UGV-vel kapcsolatos kutatást a Védelmi Minisztérium alá rendelték, a projektek szervező, felügyelő és irányító testülete a Védelmi Miniszteri Hivatal lett. A minisztériumon belül pedig létrejött az UGV Programiroda.

2001-ben a DARPA katonai kutatóintézetben Demo III néven próbálták ki a vezető nélküli katonai járműveket. Az off-road versenyek azóta két évente ismétlődnek, változó helyszínekkel és érdeklődéssel, nagy benyomást téve a versenyen induló egyetemi csapatok fejlesztőire és a világ közvéleményére. Újabb lendületet adott a vezető nélküli gépkocsik fejlesztésének a DARPA, amely 2005-ben ismét off-road terepversenyt írt ki autonóm járművek számára. Az egyetemi fejlesztőcsapatok számos ötletet adtak a hasonló célú katonai járműfejlesztők számára. A terepjárók



**2. ábra.** Az amerikai TALON robot aknamentesítő (balra), illetve fegyverrel ellátott változatai (jobbra)

**3. ábra.** A SWORD harci robot. A telepített fegyverzet variálható: balra géppuska, jobbra páncéltörő rakéta



**4. ábra.** Az amerikai tengerészgyalogság által 2007-ben rendszeresített láncaltapas harci robot, a Gladiator

messziről felismerhetők voltak nagyszámú környezeti érzékelőikről.

A 2000-től alkalmazott amerikai TALON fegyverrel ellátott, csapásmérésre is alkalmas. Az UGV egy méteresnél is kisebb, négy rakétát vagy hatszövű gránátvetőt, vagy egy M249-es géppuskát szállít. M204-es automata fegyverrel is felszerelték, valamint négy 66 mm-es rakétát, vagy hat 44 mm-es gránátot is képes szállítani. A „látását” négy kamera és két éjjellátó készülék biztosítja. Rádió-távirányítással városi környezetben nyolcszáz méteres a hatótávolsága. (2. ábra) A TALON-t 2000-ben vetették be először válságterületen Boszniában, ahol bomba-, illetve aknamentesítésben vettek részt. A robot páncéltörő rakétával és M24-es géppuskával felszerelt változatából 18 darabot szállítottak iraki területre. Afganisztánban is szolgálatba álltak; 2004-ig a TALON-t 20 000 esetben vetették be a két ország területén. 2005-ben a TALON átalakításából jött létre a SWORD (Special Weapons Observation Reconnaissance Detection System). (3. ábra)

Az amerikai tengerészgyalogság által 2007-ben rendszeresített láncaltapas harci robot, a Gladiator, amely mindössze 750 kg tömegű, 1,75 méter hosszú, 1,12 méter széles és 1,35 méter magas, így könnyen szállítható egy helikopter belső terében is. A robot-jármű élőerő elleni fegyverrendszereket hordozhat a 12,7 mm-es nehéz géppuskáig bezárólag. A Gladiátor felszerelhető 7,62 mm-es M249 vagy M240G géppuskával, 9 mm-es UZI géppisztollyal, de akár rakétával is. (4. ábra)

A MULE (Multifunctional Utility/Logistics and Equipment Vehicle – Multifunkcionális logisztikai, műszaki és fegyveres robotjármű) UGV-család felfegyverzett tagja az XM 1219 ARV-AL páncélozott önzetű robot-harcjármű, amelyet a közeljövőben kívánnak rendszeresíteni. A harcjármű fegyverzete egy 25, vagy 40 mm-es gépágyúból és négy TOW páncéltörő rakétából áll, így egyaránt alkalmas élőerő és páncélozott célok pusztítására.

Tömege 2,5 tonna, mérete lehetővé teszi a CH-47-es nehéz szállítóhelikopter belső terében, illetve UH-60-as közepes szállító helikopter függesztményeként végzett légi szállítást. A harcjármű 6x6 kerékképletű futóművét úgy alakították ki, hogy lépcsőmászó képessége elérje az 1 métert, illetve alkalmas legyen 40%-os emelkedő leküzdésére és 1 méteres árok áthidalására. (5. ábra)



**5. ábra.** A MULE XM 1219 ARV-AL páncélozott robot-harcjármű

A fejlesztés alatt álló járműcsalád további tagjai az XM1218 Countermine (aknamentesítő) robot, illetve az XM1217 Transport (szállító) önjáró jármű, amely sérültek mentésére is alkalmas. (6. ábra)



6. ábra. A MULE XM1217 szállító robotjármű, amely sérültek mentésére is alkalmas



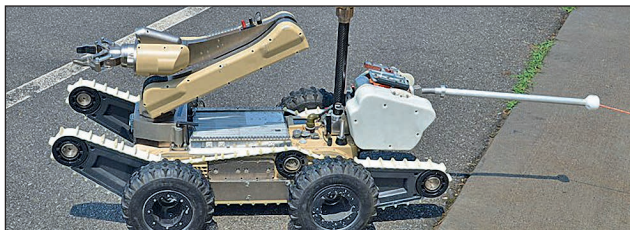
7. ábra. A kerekes futóművű, dízel-elektromos hibrid meghajtású Jaeger 8 UGV harcjármű kételtű

A Jaeger UGV családnak két típusváltozata van: a 6x6 kerékképletű Jaeger 6 és a négytengelyes Jaeger 8, amely úszóképes. (7. ábra) A Jaeger 6 hosszúsága 2,4 méter, szélessége 1,45 méter. A jármű szerkezeti tömege 730 kg, emellett 250 kg-ig alkalmas hasznos terhelés (rendszeresített fegyverzet) szállítására. A 8x8 kerékképletű Jaeger 8 hosszúsága 2,9 méter, szélessége 1,6 méter. A járműveket hibrid hajtásrendszer működteti, amelynek részeként lítiumion-akkumulátorokkal, illetve dízel generátorral egyaránt rendelkeznek. A járművek 16 km/h sebességgel 4 órán át üzemelhetnek. Irányításuk kétféleképpen valósulhat meg: hordozható vezérlőegységgel, közvetlen rádióval, 1 km-en belül, vagy fél-autonóm navigációval (2D LiDAR, GPS navigáció, akadály felismerés).

Az Andros Titus UGV jármű (8. ábra) futóműve kombinált kerekes-lánctalpas kialakítású, ezáltal mozgékonyasága szélsőséges terepviszonyok között is megbízható, továbbá kiváló a lépcsómászó képessége. A BB 2590 akkumulátorteleppel táplált elektromos hajtás 12 km/h sebesség elérésére teszi képessé a járművet.

Hasonló, kombinált kerekes-lánctalpas kialakítású futóművel rendelkezik a szintén manipulátor-karral felszerelt Iguana E típusjelű UGV (9. ábra). Futómű-kialakításának köszönhetően nehezen járható terepen is mozoghat a jármű. A robotkar kinyújtva függőlegesen 2,8 méter, vízszintesen 1,8 méter távolságon működhet, és 10 kg súly emelésére képes. A jármű elemeinek többsége kompozitokból és titániumból készült. A lítiumion-akkumulátor 2 óra 30 perc működési időt tesz lehetővé 6 km/h sebesség mellett. Lejtő-

8. ábra. Az Andros Titus manipulátor-karral felszerelt UGV jármű futóműve kombinált kerekes-lánctalpas kialakítású



9. ábra. A manipulátor-karral felszerelt Iguana E típusjelű UGV



10. ábra. A Badger típusjelű lánctalpas UGV

mászó képessége 45°. Teherbírása 20 kg. A vezérlőegység tömege 3 kg, az alkalmazott kamera 1920x1200 képfelbontású videofelvétel készítésére képes.

A teljesen autonóm Badger UGV szerkezeti tömege 180 kg, terhelhetősége 140 kg. Maximális sebessége 14 km/h. Meghajtásáról két elektromos motor gondoskodik, 48 V-os akkumulátorral. Mászóképessége 30°. Fegyverzete cserélhető. Vezérlése ellenőrző állomásról történik 1 km távolságból. (10. ábra)

(Folytatjuk)

## FORRÁSOK

Autonóm gépkocsik. Jövő járműve – Autótechnika 2011. évi 1. sz. [http://www.sze.hu/~jret/AJJ/AJJ\\_201112.pdf](http://www.sze.hu/~jret/AJJ/AJJ_201112.pdf) Letöltve: 2019.06.27;

Koleszár Béla: „Százföldi robottechnikai eszközök tervezésének és alkalmazásának biztonsági szempontjai.” Hadmérnök, IV. évf. 2. szám 2009. június [hadmernok.hu/2009\\_2\\_koleszar.pdf](http://hadmernok.hu/2009_2_koleszar.pdf) Letöltve: 2019.06.27.;



- Koleszár Béla: „A földi robottechnikai eszközök informatikai részegységeivel szemben támasztott speciális (terepi kivitelt igénylő) követelmények rendszerezése, elemzése.” Hadmérnök, IV. évf. 4. szám 2009. december; [http://hadmernok.hu/2009\\_4\\_koleszar1.php](http://hadmernok.hu/2009_4_koleszar1.php) Letöltve: 2019.06.27.;
- Kucsera Péter: „Autonóm mobil szárazföldi robotok helyzete és alkalmazási lehetőségei a 21. században.” Bolyai Szemle 2006, XV. évf. 1. szám p. 204–217. <https://docplayer.hu/6550434-Autonóm-mobil-szarazfoldi-robotok-helyzete-es-alkalmazasi-lehetosegei-a-21-szazadban.html> Letöltve: 2019.06.27.;
- Koleszár Béla: „Elképzelések a szárazföldi és légi robottechnikai eszközök jövőbeni kölcsönös együttműködéséről/szimbiózisáról.” Repüléstudományi Közlemények különszám 2008. április 11. [http://epa.oszk.hu/02600/02694/00044/pdf/EPA02694\\_rtk\\_2008\\_01\\_Koleszar\\_Bela.pdf](http://epa.oszk.hu/02600/02694/00044/pdf/EPA02694_rtk_2008_01_Koleszar_Bela.pdf) Letöltve: 2019.06.27.;
- Dr. Porkoláb Imre: „Szervezeti innováció a Magyar Honvédségben: az ember-gép szimbiózisa a stratégiaelméletek tükrében.” Haditechnika, 2019. évi 1. szám. <https://doi.org/10.23713/HT.53.1.01>;
- „Klaszter alakult az önvezető járművek hazai fejlesztésére” <https://trendfm.hu/cimlap/klaszter-alakult-az-onvezeto-jarmuvek-hazai-fejlesztesere-9730> Letöltve: 2019.06.27.;
- Kelemen Szilvia: „Logisztika – Robotzsaruk: ez már ma is a valóságot jelenti a felhasználók számára.” <http://gyartastrend.hu/logisztika/cikk/robotzsaruk> (2011. augusztus 10.) Letöltve: 2019.06.27.;
- Nagy Dávid – Németh Balázs: „Terepjáró vertikális modellezése és irányítástervezése korszerű módszerekkel.” IFFK 2012 tudományos konferencia, Budapest, 2012. augusztus 29–31. BME;
- Grimes, M., and Yann LeCun. “Efficient Off-Road Localization Using Visually Corrected Odometry.” 2009 IEEE International Conference on Robotics and Automation (May 2009). <https://doi.org/10.1109/robot.2009.5152880>;
- Bouton, Nicolas, Roland Lenain, Benoit Thuilot, and Jean-Christophe Fauroux. “A Rollover Indicator Based on the Prediction of the Load Transfer in Presence of Sliding: Application to an All Terrain Vehicle.” Proceedings 2007 IEEE International Conference on Robotics and Automation (April 2007). <https://doi.org/10.1109/robot.2007.363141>;
- Koleszár Béla: Földi robottechnikai eszközök konstrukciós és alkalmazási kérdései, különös tekintettel a békefenntartó missziók biztonságának növelésére. Doktori (PhD) értekezés, ZMNE KMDI, 2011.;
- Kucsera Péter: Autonóm működésű szárazföldi robotok védelmi célú alkalmazása Doktori (PhD) értekezés, ZMNE KMDI, 2009.;
- Mobile Detection Assessment and Response System (MDARS) <https://www.globalsecurity.org/military/systems/ground/mdars.htm>;
- New UGV will Execute Multiple Purposes on Battlefield <https://i-hls.com/archives/76503>;
- Menyhárt József: Felszíni villamos hajtású járművek és robotok (UGV) akkumulátorparaméter eltéréseinek vizsgálata Fuzzy logika és Support Vector Machine módszerekkel. OE Biztonságtudományi Doktori Iskola, Budapest, 2017.

Dr. Porkoláb Imre

## A stratégia művészete

2019-ben jelent meg a HVG Könyvek gondozásában dr. Porkoláb Imre: *A stratégia művészete – Szervezeti innováció kiszámíthatatlan környezetben Szun-ce gondolatai alapján* című új kötete. Dr. Porkoláb Imre – a Nemzeti Fegyverzeti Igazgató kutatás-fejlesztéért és innovációért felelős helyettese – a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetemen, a Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetemen, a sandhursti Királyi Katonai Akadémián (RMAS – Egyesült Királyság), valamint a kaliforniai Stanford Egyetemen és az USA Haditengerészeti Posztgraduális Iskolájában szerzett hadtudományhoz és innovációhoz kötődő diplomákat, emellett elvégezte a Harvard Egyetem felsővezetői tanfolyamát is. Dolgozott a Pentagonban, részt vett az Iraki Szabadság hadműveletben. Erre a tudás- és tapasztalati bázisra alapozva írta meg könyvét, amelynek egyik fontos tartalmi pillére a szervezeti innováció, a másik pedig a stratégia, amelyet a szerző katonai és üzleti értelemben is tárgyal, értelmez. Dr. Porkoláb Imre a hagyományostól eltérő vezetést, a VUCA környezetben (Volatility – változékonyság; Uncertainty – bizonytalanság; Complexity – komplexitás; Ambiguity – többértelműség) sikeres változásmenedzsmentet, illetve a szervezeti átalakítás innovatív módszereit kutatja. E módszereknek az üzleti életben, illetve haderőfejlesztésben való alkalmazhatóságát egyaránt bemutatja a szerző. A monográfia Szun-ce ókori kínai író, filozófus és hadvezér tanításaira épülve mutat be egy olyan szemléletet, amely a legnagyobb hadvezéreket és vállalati vezetőket képessé tette arra, hogy felülkerekedjenek a napjaink hadviselésére és üzleti világára jellemző kaoszon. A könyv eligazítást nyújt a dinamikus változó környezetben folytonos megújulásra és innovációra törekvő szervezetek és a csúcsteljesítményt célul kitűző csapatok számára, és a való életből vett – gyakran hadtörténeti, illetve napjaink háborúiból vett – példái segítségével bepillantást enged napjaink legsikeresebb vezetőinek módszereibe. A könyv éppen idejében érkezett ahhoz, hogy elméleti szinten támogassa a Magyar Honvédség Zrínyi 2026 honvédelmi és haderőfejlesztési program során lezajló átfogó szervezeti, haditechnikai és doktrinális transzformációját, választ adva arra a kérdésre, hogy napjaink gyorsan változó környezeti feltételei között hogyan kell megújulnia egy olyan komplex szervezetnek, mint a haderő.

**A 240 oldalas, keményborítású kötet 4200 forintos áron kapható.**

(Dr. Hegedűs Ernő mk. alezredes)

