

A VEGYES, HUMÁN ÉS ROBOTJÁRMŰVEKBŐL ÁLLÓ KONVOJOK MODELLEZÉSE

1. BEVEZETÉS

Az **aszimmetrikus hadviselés**nél, a harcászatiilag gyenge ellenfél kerül a direkt összetűzéseket, inkább lesből támad az általa gyengébbnek, kevésbe biztosítottak vélt pontokra. Általában sem a teljes megsemmisítéshez, sem a zsákmányszerzéshez nincs elég lehetőségük, ezért **a lehető legrövidebb időn belüli legnagyobb anyagi-, emberi-, (tömeg-) pszichikai-, politikai károkozásra** törekednek... „A NATO afganisztáni és az iraki műveletek tapasztalatai azt mutatják, hogy az aszimmetrikus hadviselésben a harcos katona és a kiszolgáló katona közötti különbségek eltűntek. Mindenki, mindenhol célpont, ...” [1] A szükséges utánpótlás (élelmiszer, ivóvíz, üzemanyag, energiahordozók, építőanyag, alkatrészek, gyógyszer, lőszer, stb.) érdekében útnak indított járműoszlopok ellen intézett támadások megelőzése, kivédése nagyon nehéz feladat!

A „Szárazföldi harcjárművek és robotjárművek védelme a rögtönzött robbanóeszközök ellen” [2] c. cikkemben a **veszélyeztetettség csökkentése érdekében** valós méretű szárazföldi **robotok** alkalmazásának a lehetőségét vetettem fel. Ezen írásomban a felmerülő elméleti-gyakorlati kérdéseket vizsgálom meg részletesebben. Egy kis történelmi áttekintés után a bekövetkező eseményeket analízálom, röviden kitérek a missziókat jelenleg fenyegető veszélyekre, az oszlopmenetek sajátosságaira.

2. A LOGISZTIKA FEJLŐDÉSE, KATONAI OSZLOPMENETEK

A klasszikus **karavánok**ban a hajcsárok málhaszállító állatok (ló, teve, öszvér, szamár, elefánt, stb.) sorát vezették „úttalan utakon”, hegyeken, sivatagokon keresztül a távoli céljaikhoz. A vezetők a kitűnő helyismerettel rendelkező, legtapasztaltabb férfiakból kerültek ki.

A nagy hadjáratokhoz ez a szállítható mennyiség nem volt elég, igavonó állatok által húzott (tár-) szekerek szállították a felszereléseket. Az utak járhatósága határozta meg a hadviselés idejét is – a mi vidékeinken tavasztól ősziig le kellett zajlania a felvonulásnak, a döntő csatá(k)nak, a birtokbavételnek, illetve a visszavonulásnak. Ha megfelelő időben, megfelelő mennyiségű és minőségű (pl. tűzerejű) technikát juttatunk a stratégiai pontokra, ezzel akár harc nélkül is eldönthetjük, tehát kiválthatjuk az ütközetet. Főleg az elhúzódó háborúban hárult egyre nagyobb szerep a **hadtápra**, hogy a fronton harcoló katonákat minden szükséges eszközzel ellássák. A biztonságos hátszántól messzebb kerülve

ez a – ma használt szakkifejezéssel – **logisztikai ellátás** egyre nehezebb lett. Nem csak a duplán növekedő (oda- vissza) távolság miatt, hanem az elfoglalt területek sokszor ellenséges hozzáállása miatt is. A szállítmányok szükséges védelme erőket köt le – harcosokat, fegyvereket, muníciót, harcjárműveket von el a frontokról, növelve a kiadásokat, csökkentve a szállítási összkapacitást.

A nagyon hatékony, vízen való szállítás természetesen kötve van a tengerekhez, folyókhoz, tavakhoz, csatornákhöz. A szárazföldi szállításban nagyságrendi változást jelentett a vasút megjelenése – itt a vonalak kiépítése jelent nehézséget. A motorizáció terjedésével, ill. a kőolaj-lobbi erősödésével a vonatközlekedés háttérbe szorult – ez a folyamat kicsit paradox módon (környezetvédelmi kérdések, kimerülő szénhidrogén-készletek) még mindig tart.

A fejlett országokat behálózzák az autópályák, illetve a katonai szempontból még mindig kitűnő minőségű alsóbbrendű utak. A fejlődő országokban a helyzet más: a főútvonalakról letérve az utak minősége nagyságrendekkel romlik, egyesek nem minden évszakban járhatók, illetve csak nagyon jó terepjáró képességű járművekkel. Az utak keskenyek, kis teherbírásúak (pl. hidak!), kanyargósak, meredek, vízfolyásokkal szabdaltak, a karbantartás inkább csak problémamegoldó – gyakoriak az elakadások. Ilyen körülmények között a szállítási teljesítmény drasztikusan csökken! A főútvonalak ugyan jól járhatók, de ellenséges területeken itt is számolni kell egy esetleges támadás, rajtaütés lehetőségével. A logisztikai konvojok (nagyobb részt) üresen megtett visszaútnak során ugyanolyan veszélyeknek vannak kitéve, mint odafele, kisebb teherrel viszont mozgékonyabbak. Az előre kijelölt menekülő utak általában rosszabb minőségűek, tehát ezek járhatóságára – teherbírására kell „szabni” a járműoszlop egészét. A nagy teherhordó képességű nyerges járműszerelvények, kamionok nem jönnek számításba, nehezebb terepen a többtengelyes pótkocsik használata is kérdéses. Maradnak az öszkerékű hajtású, masszív kivitelezésű katonai terepjáró tehergépkocsik, defektű kerekekkel, központilag változtatható abroncsnyomással, a veszélyeztetettség miatt páncélozott vezetőkabinnal (pszichikai okokból legalább két személy részére). Mindez a teherbírás rovására megy, ami a szállítási teljesítményt tovább csökkenti...

A **katonai oszlopmenetek** – konvojok elődeinek lehet tekinteni a karavánokat. Az egyedül közlekedő kereskedők jobban ki voltak szolgáltatva a rablóbandáknak, ezért csapatba szerveződtek. Egymást segítve, a karavánban szállított áru mennyiségéhez képest relatív kisszámú fegyverrel (**eszkorttal**) tudták biztosítani az elégséges védelmet.

Katonai konvojt életemben először 9 évesen, 1968-ban, Csehszlovákia megszállásakor láttam. A kíváncsiság hajtott minket, hogy megnézzük a tőlünk kb. 4 kilométerre lévő főúton éjjel-nappal nyugat felé dübörgő járműveket. Még bátran pár szót is váltottunk egy meghibásodott tank személyzetével. A kinézésre is soknemzetiségű szovjet katonák hozzánk, gyerekekhez ugyan barátságosak voltak, de látszott rajtuk, hogy fáradtak, piszkosak, feszültek - kimerültek. A terepszínű páncélosokra széles, fehér identifikációs csík volt festve, az autók többségének szélvédője sérült volt – kövekkel be voltak dobva! 40 km-el előbb, Kassán (Košice) lövések is dördültek – (civil) halálos áldozatok voltak. A kb.

25 km egyenes út után következő első éles kanyart „kiegyenesítve” Makrancon (Mokrance) elvittek egy disznóólat. Pár 100 méterrel tovább, a következő kanyarban egy komolyabb baleset is történt, ahol két szovjet katona meghalt – a közelben leszállt helikopterből kiszállt tiszt három jelzőrakéta fellövésével állította meg a konvojt. A (kölsönös) bizalmatlanságot jól jellemezte a visszaemlékező: „a kávéval kínált kiskatonák csak akkor mertek inni, miután a kínáló néni előttük megkóstolta...” [3] Rozsnyón (Rožňava) fordulás közben véletlenül „egy rosszkor, rossz helyen lévő” fiatal férfit nyomtak halálra. A csupasz lánc talpak után az útburkolat gyorsan morzsolódott, porzott, óriási volt a zaj, a füst. [4] Láttuk, éreztük, hogy ez nem sétakocsikázás! 1956-ban még nehezebb lehetett a „baráti segítség”, amikor nem csak kövekkel tiltakoztak ellene...



1. kép: 1956 - a szovjetek bevonulása Győrbe. [5]

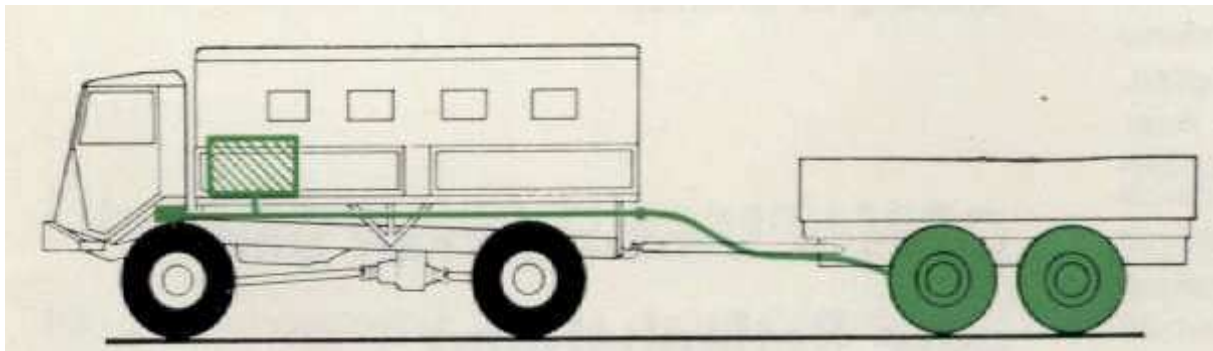
A sorkatonai szolgálatom alatt, páncélos parancsnokként és kiképzőként saját magam is rendszeresen oszlopmenetekben, gyakorló vezetésekben vettem részt. Terepen, szűk átjárókon, meredek lejtőkön, amikor 40 tonna acél „megindul”, az nem játék! Porban, homokban, esőben, sárban, ködben, hóban, jégen, éjjel, periszkópokon keresztül, álcáfények használatánál (újabbán éjjellátó készülékek segítségével) mindez még veszélyesebb... Néhány idevágó idézet: „A tapasztalatok szerint a páncélos technika alkalmazási összidejének 80%-a menetoszlopokban végrehajtott mozgás. Azt is megállapították, hogy az oszlopsebesség átlagosan 15-30%-kal kisebb az ugyanolyan körülmények között mozgó egyes járművek sebességénél... Harchelyzetben... az oszlopsebesség mindenképpen csökkenni fog.” [6] A „Missziós Alapismeretek Kézikönyv...” szerint a sebességet az oszlopban haladó járművek sajátosságainak figyelembevételével kell meghatározni „normál esetben 40-50 km/óra városban belül és 60-80 km/óra városban kívül” ... „A maximális menetsebességet az oszlopban haladó leglassabb jármű határozza meg”... „Gépjármű vezetés szabályai Afganisztánban... El kell

fogadni, hogy az ISAF a műveleti terület egészére 60 km/h maximális sebességet engedélyez, amelytől csak műveleti okokból lehet eltérni.” [7]



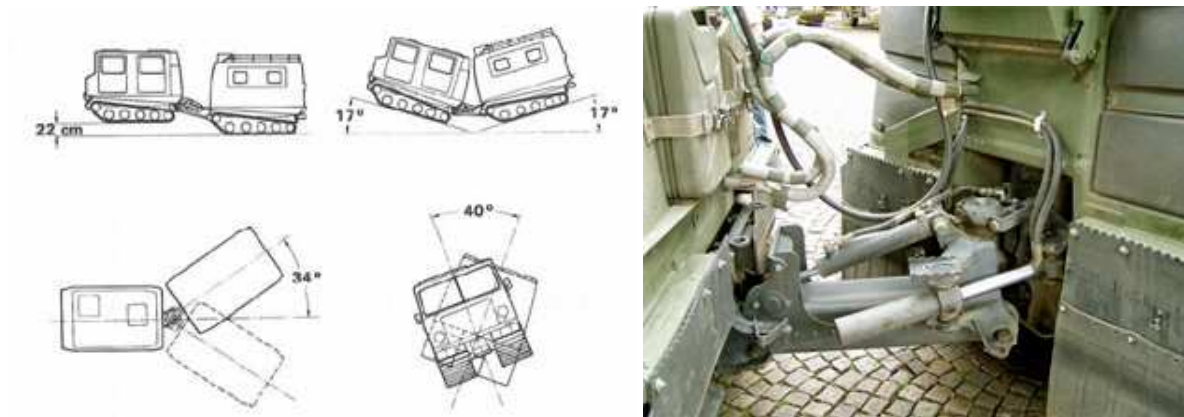
2. kép: Tipikus, hagyományos konvoj hegymenetben [8]

A **szállítási teljesítményt** (változatlan személyzet mellett) pótkocsik alkalmazásával növelni lehet, de csak a fordulékonyság és a terepjáró képesség rovására. A meghajtott tengelyű pótkocsik a kerekes járműveknél nem nagyon terjedtek el.



3. kép: SISU KB-45 hidromechanikus pótkocsi-hajtása a 60-as évekből [9]

A kitűnő akadályleküzdő-képességű, „összlánc talpmeghajtású”, csuklókormányzású járművek nagyon sikeresek lettek, csak a Hägglunds cég kételtű BV 206-ból már több mint 11 000 darabot gyártottak, majd 40 állam hadseregében kerültek rendszeresítésre, a civil alkalmazásuk is jelentős. [10] Az extrém környezetekben is otthonosan mozgó járművek össz-logisztikai jelentősége viszont nem nagy, mert teherbírásuk aránylag kicsi, hosszú távokon az üzemeltetésük nem gazdaságos. Még a nehezebb, úszni már nem képes típusok védelme is csak átlagos.



4.,5. kép: Hägglunds BV 206, a két járműfél kapcsolódása [11,12]

3. A BÉKEFENNTARTÓ MISSZIÓK BIZTONSÁGÁNAK NÖVELÉSE ROBOTOK ALKALMAZÁSÁVAL

Veszélyforrások, és a veszteségek csökkentése. Az aszimmetrikus hadviselés taktikája vezetett el az oszlopmenetek ellen aknák, RPG¹-k, öngyilkos merénylők, IED²-k VBIED³-k, EFP⁴-k bevetéséhez. A politikailag nagyon „kellemetlen” veszteségek csökkentésének egyik módja a **civil, polgári, félkatonai cégek** bevonása. Ezeknek a veszteségeik nem jelennek meg a kritikusan kezelt kiértékelésekben. Beláthatjuk, hogy ez az út egyáltalán nem etikus... „előfordul az is, hogy a PMSC⁵-k (és alkalmazottaik) magatartása miatt a reguláris erők nehéz helyzetbe kerülnek: Irakban például az utánpótlás akadozni kezdett, amikor a kontraktor cégek szállítmányait többször is megtámadták – a konvojok vezetői nem voltak hajlandók olyan kockázatot vállalni, amely (egyoldalú értelmezésük szerint) meghaladta vállalt kötelezettségeiket.” [14]

„...Afganisztánban például a szállítások nagy részét olyan helyi gépjárművezetők végzik, akik nincsenek személyi védőeszközökkel ellátva. Megdöbbentő, de éppen egy „speciális” passzív védelmi rendszabályoknak köszönhetik biztonságukat, amelyek a taktikai helyzetnek és a helyi fenyegetettségnek megfelelően fejlesztettek ki. A helyi gépjárművezetők járműveit ugyanis itt „csengő kamionoknak” hívják a lakosok keletkező hangok miatt, amit kocsikra felakasztott, dekoratív színes fém bojtok és fémláncok széles sora ad ki magából. Az ilyen járművet már több száz méterről mindenki meghallja, ezért senki sem kockáztatja meg, hogy konvojokba szervezve, katonai kísérettel indítsa azokat útba. Így ezek a járművek függetlenül, mindenfajta katona védelem nélkül közlekednek, és hogy ne hívják fel a helyi ellenállók figyelmét magukra, a vezetőik és a kocsikísérők nem hordanak se sisakot, se golyóálló mellényt. Ez a szállítási módszer az adott körülmények között igen sikeres, és

¹ RPG-7 oroszul: РПГ – Ручной Противотанковый Гранатомёт / RPG – Rucnoj Protyivotankovij Granatomjot, magyarul: kézi páncéltörő gránátvető [13]

² IED - Improvised Explosive Devices = rögtönzött robbanóeszközök

³ VBIED - Vehicle Born IED = járművekre telepített IED

⁴ EFP - Explosively Formed Projectiles = robbantással formált lövedékek

⁵ PMSC - Private Military and Security industry = katonai/biztonsági magánszektor [14]

minimális a szállítmányok elvesztésének kockázata.” [15] A **helyi fuvarozók** bevonása a szállítási láncba az egyik szempontból pozitív, hiszen helyben teremt munkahelyeket, viszont itt is felmerül egy kézenfekvő erkölcsi kérdés: Nem vándorol a szállítási díj egy része (esetleg kényes információkkal egyetemben) „védelmi pénzként/védővámként” a terroristák kezébe?



6.,7. kép: „Jingle Truck”-ok Afganisztánban [16]

A szállítási vonalak állandó ellenőrzése nagy segítséget jelentene, de sajnos ez gyakorlatilag lehetetlen: *„Gondoljunk bele, hogy egy több száz km-es menet esetén milyen műszaki támogatás kellene ahhoz, hogy egy utat több tíz méter szélességben meg tudjunk tisztítani, és akár hosszabb időn keresztül ezt biztosítani tudjuk, hogy az oszlop ott utána el tudjon haladni. ...Jelentős előrelépést jelent a konvojokat kísérő **pilóta nélküli repülőgépek** útvonal-felderítő feladattal való kiküldése, vagy az oszlop előtt haladó robotjárművek alkalmazása, amelyek, gyanús tárgy észlelése esetén jelzik azokat, a parancsnokok megállítják az oszlopot, műszaki eszközökkel átvizsgálják, megtisztítják a gyanús terepszakaszt és utána haladnak tovább”.* (kiemelés ezen írás szerzőjétől) [17]

A távirányított, ill. részben önműködő gépek alkalmazása általában megkönnyíti az emberek munkáját, veszélyes helyeken csökkentik a sérülések-halálesetek veszélyét. A kockázatok csökkentése érdekében az egyre több pilóta nélküli repülő eszköz mellett a **szárazföldi robotok** – **robotrendszerek** is terjedőben vannak. A távirányított **tűzszerész-robotok** alkalmazása mindennapos lett. Mellettük, főleg a védelem területén egyre több a teljesen önműködő **passzív érzékelő-, területfigyelő, ill. aktív elhárító rendszer**.

Immediate Cargo UAS⁶: Az amerikai tengerészgyalogság kezdeményezéséből a hagyományos logisztikai járműkonvojok szerepét legalább részben szeretnék **robot teherhordó helikopterekkel** átvenni. A kitűzött paraméterek: 4536 kg küszöbértékű (célérték 9072 kg) teheráru szállítása 24 órán belül, az oda-vissza táv 278 km. A gépek szállítási terhelésének küszöbértéke 340 kg (cél 454 kg), egy szabványos palettán elhelyezve: 1,22 x 1,02 és 1,7 m magasságig. Az elvárt követelmények között

⁶ Immediate Cargo Unmanned Aerial System – azonnal (készlekedés nélkül, közvetlenül) szállító személyzet nélküli légi rendszer

szerepel a teljes terhelés melletti „függés” 3660 m magasságban, illetve a 4575 m fölött való átrepülés képessége. Az utazási sebesség min. 130 km/h, autonóm módon (GPS⁷ segítségével), a horizonton túl is, éjjel-nappal, mostoha időjárási körülmények mellett is. A célpontban 10 m-es pontossággal kell földet érni.



8.,9. kép: A pályázati kiírás két esélyese (Boeing A160T Hummingbird; Kaman K-Max) [18,19]

Nagyobb tömegű és méretű darabok így nem szállíthatók, a gazdaságosságról nem is beszélve... Távlatilag számolni kell az UAV⁸-k elleni hatékony fegyverrendszerek megjelenésére is. A lomhább, védelem nélküli teherszállító forgószárnyas légi eszközök leküzdése nem lesz nehéz. „Az izraeli védelmi minisztérium adatai alapján a Merkava harckocsi számára kifejlesztett automata célkövető rendszerrel rendelkező célzó berendezés segítségével... 5000 m-ről találtak el egy távirányított helikopter- modellt, aminek a mérete csak tizede a hagyományosénak.” [20]

Talán nagyobb potenciál rejlik a holland gyártmányú **SPADES** rendszerben: „... Ez a *Smart Parafoil Autonomous Delivery System*, vagyis egy önálló irányító rendszerrel felszerelt ejtőernyő, mely egytonnányi teheráru célba juttatásár alkalmas. A pontos leszállást GPS műholdas rendszer teszi lehetővé veszélyes, vagy nehezen megközelíthető terepre. A SPADES a kijelölt ponttól 50 m-es eltéréssel képes földet érni, így megoldható a saját erők ellátása vagy humanitárius segély célba juttatása. A repülőgépről nagyobb távolságra is ledobható, így nem szükséges berepülni a légvédelem által oltalmazott légtérbe.” [21]

⁷ GPS – Global Positioning System = globális helymeghatározó rendszer

⁸ UAV – Unmanned Aerial Vehicle = személyzet nélküli légi jármű



10.,11. kép: 34 kg szállít 1000 kg-t célba [22]

Saját meghajtással ugyan nem rendelkezik, de **siklás közben robot üzemmódban** működik. A (kevésbé érzékeny) áru szállítása ugyan csak egyirányú, de az esetek többségében ez megfelel a szükségleteknek. Az újrahasználatosság is több tízszeres, mindez a gazdaságosság szempontjából nagyon előnyös.

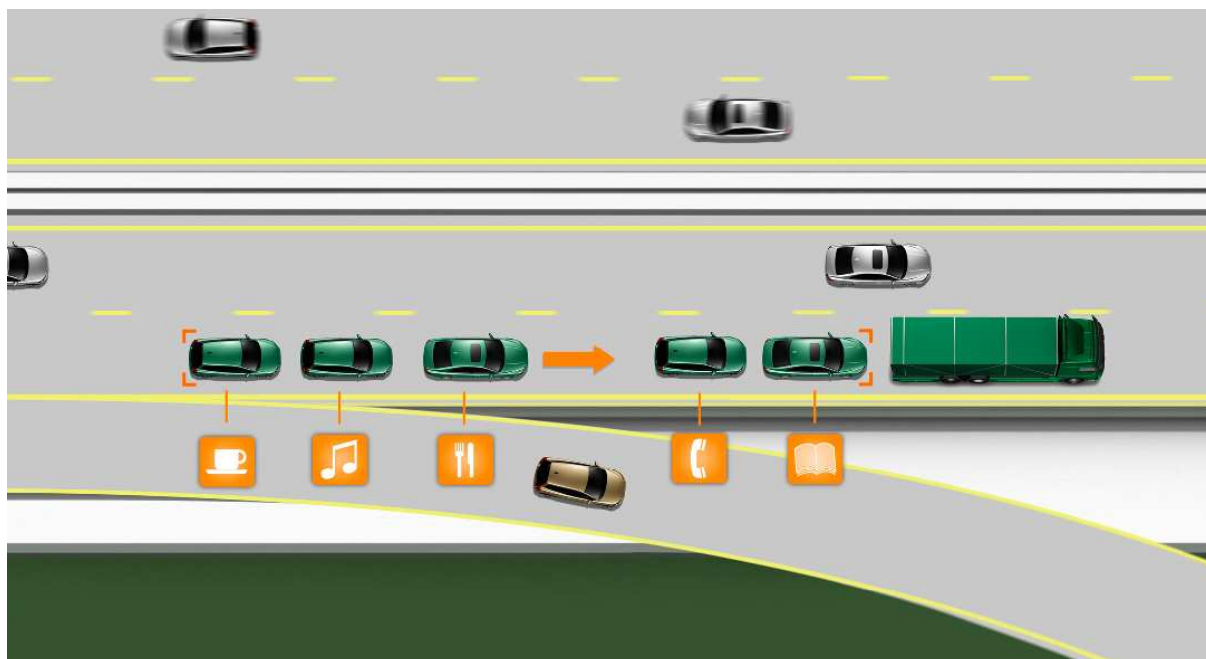
A szárazföldi robotok lehetséges logisztikai alkalmazásaira a következő fejezetekben térek ki.

4. ROBOTOK A KÖZÚTI FORGALOMBAN?

Autonóm szárazföldi járművek közúti forgalomban való engedélyeztetése az (ön-) vezérlés bonyolultsága, az állandóan, dinamikusan változó környezet valós idejű érzékelésének nehézsége, a közlekedésbiztonsági és pszichikai-etikai problémák miatt ma még gyakorlatilag lehetetlen. Úttörőnek számítanak a síneken közlekedő járművek: „*A világban már régebben működnek teljesen automatikus metró-vonalak pl. Kyotóban, Lillében, Párizsban, stb., de a nürnbergi az első, ahol egy vonalszakaszon együtt közlekednek a robot-, illetve a hagyományos, sofőrök által vezetett szerelvények.*” [23]

A **SARTRE**⁹ Európai Unió kutatási projekt lényege: „*A menetoszlop élén haladó járművet hivatásos sofőr vezet, amely lehet egy előre meghatározott útvonalat követő teherautó vagy autóbusz. A menetoszlopba csatlakozás után a többi autó vezetője más dologgal is foglalkozhat, például dolgozhat, olvashat, zenét hallgathat, filmet nézhet, telefonálhat, vagy egyszerűen csak pihenhet. Az autók navigációs rendszere kijelzi a közelben haladó menetoszlopokat, és azok úticélját. Menet közben további autók is csatlakozhatnak a konvojhoz. Bárki szabadon elhagyhatja menet közben a menetoszlopot, ilyenkor a távozó autó mögötti autó automatikusan felzárkózik a többiekhez, így megszüntetve a keletkezett rést.*” [24]

⁹ SARTRE – **SA**fe **R**oad **TR**ains for **E**nvironment ~ biztonságos közúti szerelvények a környezetvédelemért



12. kép: Automatikus vezetés [25]

Autópályán, ideális körülmények mellett mindez még jóval 100 km/h fölötti sebességeknél is kitűnően működhet, de elég egy kis hiba, előre nem látható fejlemény, és megtörténhet a baj! A balesetek okozójának egyértelmű kiderítése nehéz, ez még sokáig gátolhatja az önműködően történő, „felelőtlen” száguldást... Ameddig a robotizáláshoz (néha feleslegesen erőltetve) úgy állunk hozzá, hogy az emberi irányítást minél inkább gépek vegyék át, az etikai szempontok miatt – sokszor jogos – ellenállásba ütközünk. Ha viszont **elsőrendű célunk az emberéletek megmentése, illetve a súlyos sérülések arányának csökkentése**, akkor más a helyzet! „Az aszimmetrikus hadviselésnél a gyakran háttérbe szoruló, de nagyon fontos szerepet betöltő, általában gyenge védelemmel ellátott logisztikai járművek hasonló veszélyeknek vannak kitéve, mint a harcjárművek. A logisztikai menetoszlopok összeállítása, az általában egyszerű, előre tervezett útvonal predesztinálja őket előbb a hibrid, majd idővel a teljesen robotizált járműoszlopok irányába.” [26] A katonák által szervezett és biztosított menetoszlopok mindig is különleges státusszal bírtak, itt, a járműoszlopba „keverten” már a közeljövőben is elképzelhetőnek tartom **logisztikai robotjárművek** megjelenését. Természetesen megkötésekkel – ezeket a következő fejezetben részletesen is kifejezem.

Az újonnan megjelent fenyegetettségek ellen is **hatékony védelem** érdekében, a katonák-civileket szállító járművek teherhordó képességét gyakorlatilag teljesen felemészti a nehéz páncélzat. Jó példa erre az angol hadsereg Tactical Support Vehicle (Heavy) 2008 elején kiírt pályázata – egy új, nehéz taktikai támogató járműre. Ezt a Force Protection cég nyerte meg. A Cougar bázisán épült Wolfhound kitűnően védett jármű, hatalmas méretei mellett a rakodótere szinte eltörl.



13. kép: MRAP¹⁰ Wolfhound [27]

A MRAP kategóriájú, humán járművek nagy önsúly mellett csak kevés áru szállítására képesek, a teljes logisztikai ellátást (kizárólag) ilyen típusú járművekkel kiváltani lehetetlen. Viszont a menetoszlopba közbeiktatott, „málhás” **robotjárművek** (vezető kabin nélkül) védelme csak a szállított áru védelmének szükségességétől függ. A **valós méretű**, kezelő nélküli járművek beintegrálásának van igazi hozadéka: A vegyes menetoszlop tonnákban mért szállítóképességének gerincét tehát a jövőben robotjárművek adhatják. **Aránylag kis önsúly mellett nagy lehet a szállítóképesség** – és ami a leglényegesebb – emberéletek kockáztatása nélkül!

5. ROBOTJÁRMŰVEK A KONVOJOKBAN

Ebben a fejezetben elemzem a szárazföldi robotjárműveket az önállóságuknak fokozatai szerint.

Az autonómia fokának növelése nem elsőrendű cél, mert nem eléggé kiforrott rendszerek mellett a biztonság csökken! A járműoszlopokban való haladás már eleve csökkenti az autonómia fokát, hiszen egymásra figyelemmel kell lenni, egymáshoz, illetve a konvoj környezetéhez is alkalmazkodni kell.

TELJESEN AUTONÓM JÁRMŰVEK:

A teljesen önműködően, A pontból B pontba küldhető katonai szárazföldi robotok tömeges bevetését még csak kivételes esetekben látom reálisnak. Például sík, nyílt területeken – ilyenek a sivatagok, félsivatagok, tundrák, szavannák.

¹⁰ MRAP - Mine Resistant Ambush Protected-Vehicle = aknáknak ellenálló, rajtaütés ellen védett

A rendszeresen megrendezésre kerülő Grand, ill. Urban Challenge [28] versenyeken az autonóm járművek tesztelése a cél. Egyre figyelemreméltóbb eredményeket érnek el, legutóbb szimulált városi forgalomban is (gyalogosok és kerékpárosok nélkül). A szükséges óriási számítási teljesítmények miatt a robotjárművek rakterét gyakorlatilag teljesen kitölti a vezérlő elektronika. Aktív külső jeleket nem kaphatnak, kivételt képeznek a helymeghatározó rendszerek adatai. Ez óriási segítség, sajnos hadi helyzetben ezek megléte, illetve használhatóságuk kérdéses. 2007-ben a verseny startját meg kellett ismételni. Egyes járművek (a későbbi győztes is) GPS vevői „sztrájkoltak”. Szenzorcserek, hosszas keresés, helycserék után jöttek rá, hogy egy nagy kivetítő volt a zavar forrása. Üzemen kívül helyezték, de biztonságból még a nézőket is megkérték, hogy a mobiltelefonjaikat kapcsolják ki, hogy ne zavarják a számítógépeket... [29]



14.,15. kép: a Carnegie Mellon egyetem győztes járműve [30]

A műholdas helymeghatározó rendszereket a szárazföldi katonai robotoknál inkább csak kiegészítő, informatív, segítő jelleggel lehet alkalmazni. Ennek leginkább a könnyű zavarhatóságuk az oka. Terepen az ún. **negatív akadályok** (szakadékok, gödrök, süppedős talajú mélyedések, vízfolyások) észlelése, illetve leküzdése még igen nagy kihívást jelentenek. A magyarországiakhoz hasonló terepviszonyok mellett inkább csak pár km-es távolságok (pl. nagy, mezőgazdaságilag művelt táblák) gyors leküzdésére lennének kiválóan alkalmasak az autonóm robotjárművek. A frontvonalak közötti „senki földjén” át, egymás helyzetét, illetve a taktikai prioritásokat, esetleges veszteségeket figyelembe véve rohammal foglalhatnák el az előre kijelölt új harcálláspontjaikat a **rajban tevékenykedő harci robotok**.

FÉLAUTONÓM (KÖVETŐ) JÁRMŰVEK:

Ez az üzemmód már sokkal közelebb van a menetoszlopok szükségleteihez.

Humán (emberi) követésnél is a követő járművek vezetői figyelik az előttük haladó járművet, az oszlopparancsnok utasításai, ill. a körülmények alapján választják meg (ill. változtatják) a követési távolságokat. Bizonyos szempontból a követő járművek vezetői könnyebb helyzetben vannak, például lehetőségük van az előttük haladó jármű esetleges vezetési, nyomvonal-választási hibáit korrigálni. Más szempontból az állandó figyelés nagyon monoton, fárasztó, a sofőrök hajlamosak a

„lemerevedésre”. Ilyen és hasonló esetekben az „emberi tényező” kiiktatása előnyös is lehet. Az elől haladó járművek által felvert por is nagyon zavaró tud lenni.

Robot (gépi) követésnél a helyzet hasonló. A követő járművek az előttük haladót „kopírozhatják”, állandó (pl. rádió-) kapcsolaton keresztül akár a pontos menetparamétereiket is megkaphatják. Egyszerre gyorsíthatnak, lassíthatnak, fékezhetnek, a biztonságos követő távolságok sokkal kisebbek lehetnek – ezeket automatikusan, a sebességek és más paraméterek függvényében, valós időben korrigálhatják. Ilyen, „összekapcsolt” oszlopmenetnél a követő robotjárművek saját rendszereiket (érzékelőit, illetve számítástechnikai kapacitásaikat) teljes mértékben arra használhatják fel, hogy a nem várt események megoldására mindig készen legyenek.

Ha a közbeékelődött (idegen) járművek, zord időjárás, zavaró árnyékolások ellenfény, por, felvert sár, stb. miatt a követési távolságot növelni kell, egyre közelebb kerülnek egy teljesen autonóm robotjárműhöz, egyre kevésbé hagyatkozhatnak az előttük haladó (saját) jármű menet-adataira. Ha bármilyen okból kifolyólag az összeköttetés megszakad, illetve tilos a rádiók, nagy teljesítményű aktív radarok, lidar¹¹-ok használata, és a passzív rendszerek hatóköréből kikerült a „vezető” jármű, akkor csak teljesen autonóm módban közlekedhet a robot. Vámosy Zoltán a „*Mobil robotok gépi látás alapú navigációja*” c. cikkében behatóan foglalkozik e témával. [31]

A félautomata robotjárművek biztonságos „átadása” – egyik követendő járműről a másikra – szintén egy megoldandó feladat. Egymás kölcsönös zavarása is problémákat okozhat.

TÁVIRÁNYÍTOTT VEZETŐ, ILL. KÖVETŐ JÁRMŰVEK:

Ha a jármű „csak” **távírányított**, akkor ugyan mindegyik járműhöz egy irányító szükséges, de a kísérőket így is megspóroljuk. Biztos összeköttetések garantálásával a kezelők a bevetéstől akár távolabb is tartózkodhatnak, a személyzet nélküli légi rendszerek **operátoraihoz** hasonlóan.

A robotjárművekkel szemben támasztandó járműbiztonsági, alkalmazástechnikai, harcászati követelményeket részletesen kifejtettem a „*Szárazföldi robottechnikai eszközök tervezésének és alkalmazásának biztonsági szempontjai*” [32] és „*A földi robottechnikai eszközök informatikai részegységeivel szemben támasztott speciális (terepi kivitelt igénylő) követelmények rendszerezése, elemzése*” [33] c. írásaiban.

A távirányítás csak addig marad ellenőrzött, és visszajelzett, ameddig biztos összeköttetéssel rendelkezünk. Ha kiesik a távirányítás, akkor a vezető jármű autonómmá, a követő járművek (ideális esetben) félautonómmá válnak! Kommunikáció- szünet esetén a vészhelyzeti algoritmusok automatikus „felfutása”, pontos definiálásuk és ellenőrizhetőségük elengedhetetlen. A vezetékek nélküli rádiós kapcsolatok – zavarhatók, felderíthetők, bizonyos esetekben kérdéses a használatuk. Ide kapcsolódó missziós megfigyelés: „*A levegőben keringő por zavart okozhat a rádió használatában.*” [34] Elég egy (létező) biztonságtechnikai előírás: „*Ne használjon rádiót, mobiltelefont 100 méteren belül attól a helytől, ahol az IED-t gyanítja!*” [35] és megbénul az oszlop!

¹¹ LIDAR - Light Detection and Ranging - fény érzékelés és távmérés

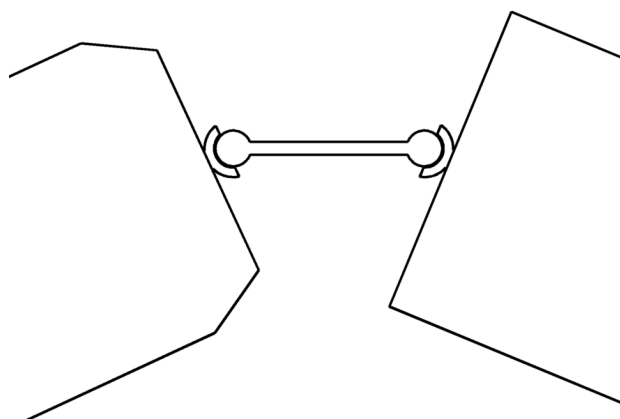
„ÖSSZEKAPCSOLT” KÖVETŐ JÁRMŰVEK:

Olyan követési mód, ahol a robotjármű pár m-es távolságban követi a „vezető” járművét, gyakorlatilag egy „szerelvényt” alkotva vele, ugyan **mechanikus kapcsolat nélkül**, de szinte kopírozva az első jármű menetparamétereit.

Biztonsági előírás: „csökkentsük a járműveink közötti távközt is, úgy, hogy két járművünk közé ne tudjon beékelődni egy másik autó, de a biztonságos féktávolság megmaradjon” [36] Ha kizárjuk más járművek közbeékelődését, a rádióösszeköttetés helyett **más összeköttetést** is alkalmazhatunk. Elméletileg ez működhetne sokféle fizikai alapon (optikai, lézer, radar, ultrahangos, stb.), de a kis távolság miatti elkerülhetetlen masszív szennyeződések (por, sár, hó, jég, stb.) mindezt nagyon megnehezítenék. Elképzelhető egy állandó feszességgel tartott **kábelen keresztüli** (biztos) adatátvitel is. Nagyobb sebességeknél, terepen viszont a kábel elakadhat, elszakadhat. A szennyeződések miatt az összeköttetés (pl. állandó feszességet tartó csévéléssel) szintén problémás lenne. Ebben az esetben egyáltalán nem lenne kívánatos a két jármű közé történő más (pl. előző) járművek besorolása. Ha erre mégis szükség lenne, akkor a járművek közötti kapcsolat önműködő oldása után a járművek közötti távolság növelésével ezt a szituációt külön (addig védett „melegtartalék”) érzékelő-, adatátviteli-, és döntési egységek aktiválásával, illetve humán személy bevonásával kellene megoldani.

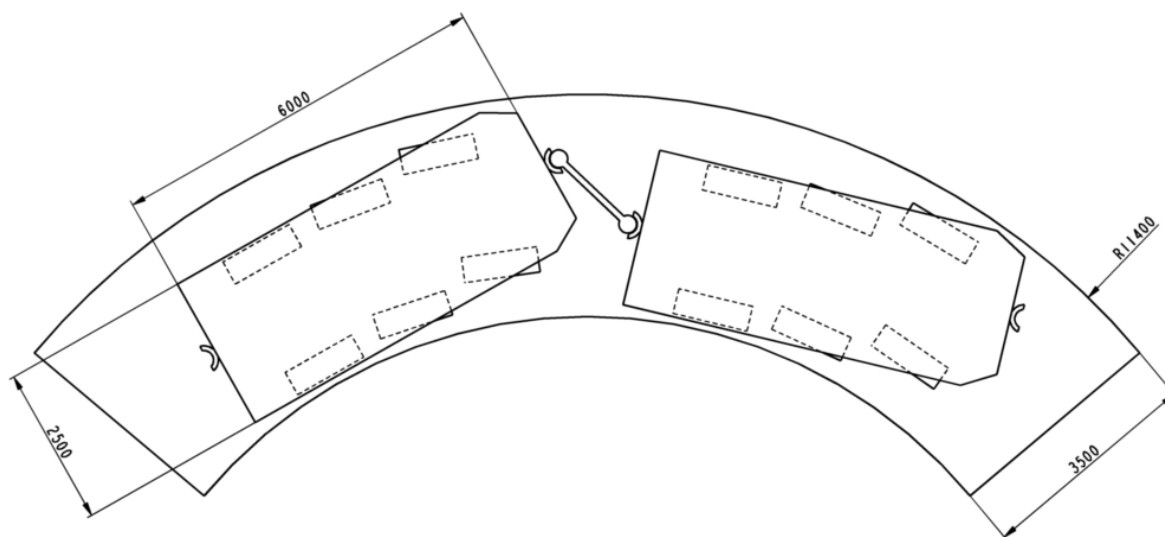
MECHANIKUSAN ÖSSZEKAPCSOLT KÖVETŐ JÁRMŰVEK:

Ha a kábelen keresztüli csatlakozást megtoldjuk egy mechanikus összekötéssel is, létrehozhatunk egy valós, **már ma használható**, sok előnnyel bíró **rendszert**. Első pillantásra úgy tűnhet, hogy egy nagy vargabetűt leírva, visszatértem a meghajtott tengelyű pótkocsikhoz, de ez nem így van! Ugyan léteznek modernebb kényszerkormányzásos rendszerek is, de a követés nem ideális, még két egybekapcsolt jármű esetében sem. Az általánosan alkalmazott egycsuklós helyett megvizsgáltam egy **kétsuklós összeköttetést**:



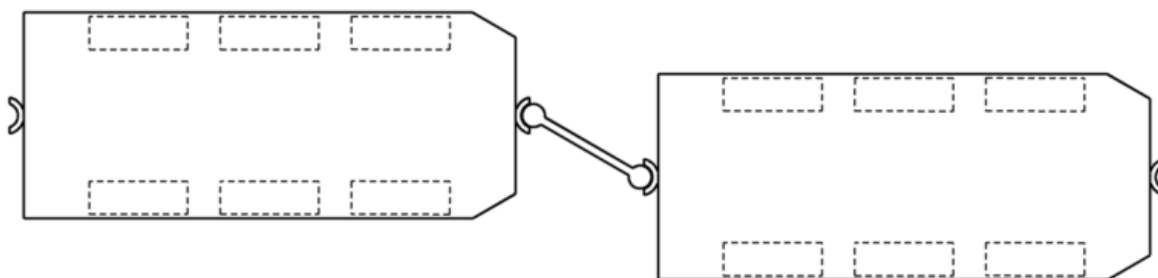
15. ábra: Kétsuklós toló-vonórúd vázlata [Koleszár Béla]

A plusz egy kinematikai szabadsági fokozat miatt a követő járművek a vezető jármű érzékelői által szolgáltatott adatok, illetve a kölcsönös pozíciójuk ismeretében **tökéletesen követő nyomvonalon** képesek haladni. A szerelvények hossza nem korlátozott, mert az egyes járművek „kopírozzák” a legelső nyomvonalát, menetparamétereit, tehát nem „vágják le a kanyarokat”.



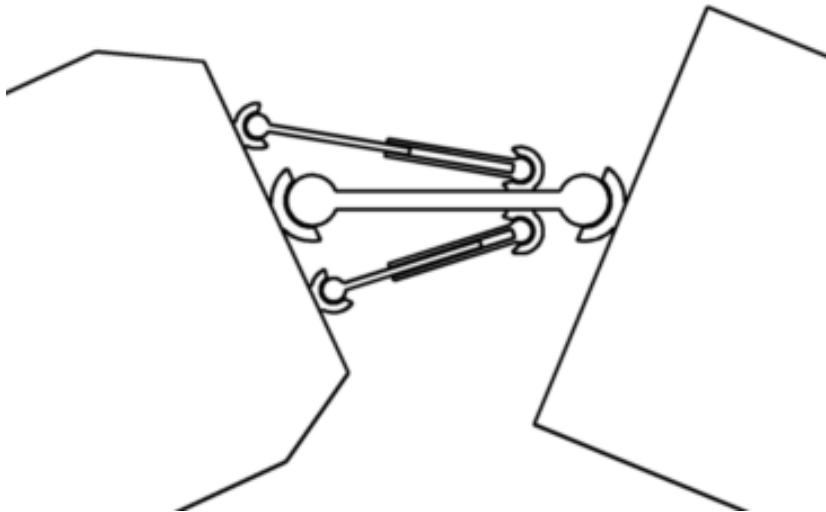
16. ábra: Szűk kanyarvétel vázlata [Koleszár Béla]

Egyenes haladásnál egy-két nyomvonalnyival eltolt farkasfog alakzatban is lehet haladni, ha ez a talaj hordképességének szempontjából előnyösebb.



17. ábra: Eltolt farkasfog alakzat vázlata [Koleszár Béla]

Mivel mindegyik jármű meghajtott és kormányzott, a közöttük fellépő erők minimálisak. Egymás gátlása helyett egymást segíthetik. Ha a kétcsuklós összeköttetés mellett, ellátjuk őket a csuklókormányzású járművekhez hasonló hidraulikus hengerekkel is, akkor szükség esetén ez a segítség nagyon hatékony lehet.



18. ábra: Kétsuklós toló-vonórúd munkahengerekkel [Koleszár Béla]

Ez nem a kormányzást segíti! Az előírásokban megkövetelt kényszerkormányzás teljesen elektronikus úton történik, mindkét jármű a megfelelő helyeken érzékelőkkel van ellátva, a követő jármű kormányzógeit számítógép vezérli. Az általam javasolt rendszer a jelenleg érvényben lévő szabványoknak ugyan nem teljesen felel meg, de a megmaradt mechanikus összeköttetés és a kábelén keresztüli kölcsönös, zavarmentes, valós idejű kommunikáció biztonságossá teszi. Ez a szó szerint is „áthidaló megoldás” segíthet a robotjárművek gyorsabb térnyerésének.

A munkahengerek csak szükség esetén vannak üzemben, a normál állapotuk nyomás nélküli. Nehéz terepen, akadály leküzdésekor, kiesett motornál, meghibásodott, sérült hajtásnál az egyik jármű húzhatja/tolhatja a másikat. A „bebicskázást” megakadályozandó a tolóerő mellett jelentős keresztirányú erőket is át tudunk adni, ez elakadásnál-mentésnél is előnyös. Ha a horizontális sík mellett a vertikálisban is beépítünk munkahengereket, akkor ezekkel javíthatjuk az akadályleküzdő- és áthidaló képességet, főleg a legelterjedtebb, 4x4- es járműveknél. Ha csak a szerelvény egyik tagja akad el, a többi hatékonyan tudja segíteni. Ráadásul néhány egyszerű szenzor beépítésével az automatikus összekapcsolódás is lehetővé válik.

6. SZÁRAZFÖLDI ROBOTJÁRMŰ-PLATFORMOK

Katonai járművek tervezőjeként [37] a „kevert” (humán és robot) járműalkalmazásokkal látok kiutat a **fenyegetettség => védelem => súly – fejlesztési zsákutcából**... Már a közeljövőben szükségünk lesz különböző hord- ill. terepjáró képességű, 4x4, 6x6, 8x8-as hajtású speciális jármű-alépítményekre, amelyek ezt lehetővé teszik. Teljesen elektronikusan vezérelt kormányzással, fékezéssel, motorvezérléssel, hajtással, differenciálzárakkal, érzékelőkkel, jeladókkal stb., a menetparaméterek visszajelzésével.

Ballisztikus alapvédelemre a járműplatformoknak is szükségük van, hogy legalább a kézi lőfegyverek és gyalogsági aknák ellen védettek legyenek. Bármilyen szabadsági (önrendelkezési/önállósági) fokkal is rendelkezzenek a szárazföldi robotok, az leszögezhetjük, hogy a bázisjármű kivitelezése változatlan maradhat! A csereszabatos robothordozókra kerülő felépítmények szükség szerint alkalmazhatók. Lehetnek személy- (különböző védelmi szintű „kapszulákkal”), ill. áruszállítók (pl. plató, konténer, tartály, stb.), fegyverhordozók... A szenzor-egységek, illetve más berendezések (pl. csörlő, passzív és aktív védelmi rendszerek) „Baukasten” **modul- rendszerű** egységeket alkotnak, amelyekkel szükség szerint lehet ellátni az egyes járműveket. Cseréjük egyszerű, így a hadrafoghatósági, megbízhatósági mutatókat jól kézben lehet tartani. Az integrált önellenőrző programok is ezt a célt szolgálják. Megkülönböztetett figyelmet kell fordítani a járművek közötti információáramlás biztonságára (többszörös jelátvitel, hibajavítás), az egymás, ill. külső zavarás elleni védelmére, nehéz felderíthetőségére (pl. szórt spektrumú rádiójelekkel). Az alap-járművek technikai, szerkezeti, rendszertechnikai felépítésének kidolgozásával komoly lépést tehetünk a jövőbeni célunk, a teljesen autonóm szárazföldi robot-konvojok irányába. Ezzel párhuzamosan, **számítógépes szimulációkkal**, a vegyes konvojok közlekedésének modellezésével sok hibára fényt deríthetünk, ill., még „virtuálisan” kiküszöbölhetjük őket. A már létező, **konvoj- és járőröző műveletek - tanulóprogramok** [38] kibővítésével és tesztelésével ez nem is lenne olyan költséges. A valósághű környezetben, a missziókat jelenleg fenyegető veszélyek „bejátszásával”, a forgalom modellezésével, az oszlopmenetek szabályainak betartásával lehetne a potenciális problémákat kiszűrni, a hibalehetőségeket minimalizálni.

A robotjárművek nem mindig oszlopban haladnak. Vasúti, légi szállításnál, rakodásnál, táboron belüli mozgásnál, tankolásnál, szervizelésnél, ellenőrzésnél, karbantartásnál, mosásnál, az egyes járművek önállósága, távirányíthatósága előnyt jelent. Még tolatásnál is biztonságosabb lehet, ha felügyelő személy a lehető legideálisabb helyről saját maga irányít, nem pedig „mutogat”.

A ma beszerzésre kerülő járművek valószínűleg több évtizedig lesznek szolgálatban. Ez idő alatt az elektronika, a számítás- és vezérléstechnika további „**robbanásszerű**” **fejlődése** várhatóan lehetővé teszi majd a járművek (rész-) autonóm módban való üzemeltetését. Tehát már most úgy kell megterveznünk a járművek „klasszikus” részegységeit, hogy erre képesek legyenek. A követő járműveknek minden információ hasznos, ami a követendő járműtől, ill. a még előtte lévőktől is származik. Ez nem csak a robotjárművekre érvényes! Még a hagyományos (meglévő) járműveket is lehetőség szerint át kell alakítani – divatos szóval **intelligens járművekké**. Csak így lehet az új fejlesztésű **aktív biztonságtechnikai rendszereket** alkalmazni, ezekkel a vezetőt segíteni

A konvojokba sorolt **robotjárművek „önvédelmével”** is kell foglalkozni, hogy lehetőleg nem halálos eszközökkel a hivatlan személyeket szükség esetén biztosan távol tarthassák maguktól.

Később a vegyes konvojok működtetéséből szerzett tapasztalatokat fel lehet használni más járművek esetében is. Akár mindegyik harcjármű rendelkezhet egy (több) málha-robotjárművel. Ezek

különböző hasznos terhek, a legkülönbözőbb fegyverrendszerek hordozóiként, árnyékként követik őket, várva az esetleges bevetésükre. Szükség esetén, tömegüknél fogva akár védő-fedezékként is használhatók. Még ezek, a fegyverhordozókként szolgáló „szolga-robotok” is csak előfutárai lennének a jövőbeni, teljesen önállóan közlekedni-, cselekedni-, harcolni képes harctéri szárazföldi robotjárműveknek.

7. ÖSSZEGZÉS, KÖVETKEZTETÉSEK

A kutatási témám (*Földi robottechnikai eszközök konstrukciós és alkalmazási kérdései, különös tekintettel a békefenntartó missziók biztonságának növelésére*) egyik sarkalatos pontja a logisztikai oszlopmenetek robotjárművekkel való bővítésének a vizsgálata. Eredeti célom az volt, hogy a missziós konvojokban a robotjárművek már ma autonóm- félautonóm módban közlekedhessenek. Be kellett látnom, hogy ez csak komoly jármű- és közlekedésbiztonsági vizsgálatok, tesztek, törvényhozási jóváhagyások után lesz megvalósítható. Az általam felvázolt: **autonóm módon közlekedő, de mechanikus kényszerkapcsolattal rendelkező robotjárművek** előfutárai és tesztelői lehetnek e folyamatnak.

Meg kell változtatnunk a járműoszlopokról eddig alkotott elképzeléseinket. A missziók oszlopmeneteinek vegyes összeállításai ugyanolyan szállítási teljesítmények mellett jelentősen csökkenthetik a veszteségeket. Sajnos még a vasúti közlekedésben sem használjuk ki teljes mértékben az **automatizálás**, illetve ezen túllépve az **autonomizálás** adta lehetőségeket a költségek csökkentése, a biztonság növelése érdekében... Cél: az egyes feladatok, tevékenységek ellátásához (pl. szállításhoz) **szükséges élőerő** számának **minimalizálása**.

Befejezésként, Papp Gyulát idézve: „Tudomásul kell venni tehát, hogy a biztonság sem ma, sem pedig holnap nem garantálható a tegnap haderejével és elképzeléseivel.” [39]

HIVATKOZOTT IRODALOM JEGYZÉKE¹²

- [1] Papp Gyula: A magyar honvédség békefenntartó műveletekre kijelölt alegységeinek felkészítése, PhD értekezése, Budapest 2008; p 40 http://193.224.76.4/download/konyvtar/digitgy/phd/2008/papp_gyula.pdf
- [2] Koleszár Béla: A Szárazföldi harcjárművek és robotjárművek védelme a rögtönzött robbanóeszközök ellen; Hadmérnök III. Évf. 1. szám 2008. március http://hadmernok.hu/archivum/2008/1/2008_1_koleszar.pdf
- [3] Adatközlő: Kolesár Éva, Makranc (Mokrance), Szlovákia
- [4] Čo znamenal august '68 pre Rožňavu... Mit jelentett 68' Rozsnyónak. <http://www.inforoznava.sk/infoservis/co-znamenal-august-68-pre-roznavu>
- [5] Kép forrása: http://www.kisalfold.hu/1956_keresztes_lovagja/cikk/208/2074811/3.jpg
- [6] Sohajda Béla: Menetoszlopok átlagsebességének növelése; p.1 <http://www.haditechnika.hu/Archivum/197302/730204.htm>
- [7] Missziós Alapismeretek Kézikönyv külszolgálatot teljesítő katonák számára, Budapest 2009; p 33, 20, 39 http://www.hm.gov.hu/files/9/7108/mh_ckelmk_misszios_kezikonyv_2009.pdf
- [8] Kép forrása: <http://media.novinky.cz/783/137832-original-n3yih.jpg>
- [9] Kép forrása: Cégtársaság: „Two-in-One” SISU-WERKE OY SUOMEN AUTOTEOLLISUUS AB, Finnland, Helsinki Fleminginkatu 27
- [10] Dan Löffler: BV 206 Hägglunds <http://www.danmil.de/53501.html>

¹² Az internetes hivatkozások esetében a 2010. március 15-i állapot van megadva

- [11] Kép forrása: http://3.bp.blogspot.com/_Le4lO1ScDSQ/SW9Gc_iWuUI/AAAAAAAAADF4/I9NvQXl07Po/s400/bv206s.jpg
- [12] Kép forrása: <http://www.danmil.de/53501.html>
- [13] <http://hu.wikipedia.org/wiki/RPG%E2%80%93937>
- [14] Nényei Judit: Békefenntartók Zrt? Kül-Világ, a nemzetközi kapcsolatok folyóirata 2009/4, pp. 33-34
<http://www.freeweb.hu/kul-vilag/2009/04/nenyei.pdf>
- [15] Besenyő János: Polgári cégek alkalmazása katonai műveletek logisztikai támogatása során különös tekintettel a biztonság kérdéseire; p 104 http://www.hm.gov.hu/files/9/8723/a_polgari_cegek_alkalmazasa_katonai_muv_log_-_besenyo_j.pdf
- [16] Képek forrása: First Lieutenant Mary K. Blanchfield: Transportation Challenges in Afghanistan
<http://www.almc.army.mil/alog/issues/MarApr05/afgan.html>
- [17] Ványa László: Objektumok védelmében alkalmazható technikai eszközök, p 109,110
http://www.zmne.hu/dokisk/hadtud/terror/lekt_Vanya_Laszlo%5B1%5D.pdf
- [18] Kép forrása: http://www.sflorg.com/aviation/images/imav031606_01_01.jpg
- [19] Kép forrása: http://3.bp.blogspot.com/_En-sxf0kXP8/SyB8k4aFJWI/AAAAAAAAAEL4/ImHasf9UVo4/s400/Marines+UAV.bmp
- [20] Michal Zdobinský: Nejmodernější tanky v boji (A legmodernebb tankok harc közben) ATM 12/2009 ISSN 1802-4823 p 29
- [21] Regiment; Kiadó: Regiment Militaria Kft. 2010/1 ISSN 1 786-5697; p 7
- [22] Képek forrása: <http://www.dutchspace.nl/pages/business/content.asp?id=187>
- [23] Koleszár Béla: A földi robottechnikai eszközök informatikai részegységeivel szemben támasztott speciális (terepi kivitelt igénylő) követelmények rendszerezése, elemzése; Hadmérnök, IV. Évf. 4. szám 2009. december; p 392
http://hadmernok.hu/2009_2_koleszar.php
- [24] Dr. Oláh Ferenc: Automatikus vezetés, automatikus autópályák (Forrás: Steven Ashley. Smart cars and automated highways (Mechanical engineering, 2009. május)
<http://www.integratorforum.hu/hk-mainmenu-19/authnika-leftmenu-72/1961-automatikus-vezetes-automatikus-autopalyak.html>
- [25] Kép forrása: <http://www.ricardo.com/Global/IA/News/Press%20Release%20Listing%20images/2009%20download%20images/SARTRE-launch/SARTRE%20-%20road%20trains%20explained%205%20of%205.jpg>
- [26] 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_2_koleszar.php p 393
- [27] Kép forrása: http://www.defenseindustrydaily.com/images/LAND_Cougar_Wolfhound_6x6_Flatbed_1g.jpg
- [28] DARPA Urban Challenge; <http://www.darpa.mil/grandchallenge/index.asp>
- [29] Maria Brandl: Hälfte des Weges; Kurier, 2007. 11. 09
- [30] Képek forrása: <http://paulstamatiou.com/cmu-tartan-racing-wins-darpa-urban-challenge>
- [31] Vámosy Zoltán: Mobil robotok gépi látás alapú navigációja; Hadmérnök, IV. Évf. 4. szám 2009. december;
http://hadmernok.hu/2009_4_vamosy.pdf
- [32] Koleszár Béla: Szárazföldi robottechnikai eszközök tervezésének és alkalmazásának biztonsági szempontjai; Hadmérnök, IV. Évf. 2. szám 2009. június; http://hadmernok.hu/2009_2_koleszar.pdf
- [33] 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
- [34] Missziós Alapismeretek Kézikönyv külszolgálatot teljesítő katonák számára, Budapest 2009 p 32
http://www.hm.gov.hu/files/9/7108/mh_ckelmk_misszios_kezikonyv_2009.pdf
- [35] u.o. p 80
- [36] u.o. p 21
- [37] General Dynamics European Land Systems Steyr-SSF; <http://www.steyr-ssf.com/>
- [38] Ian Strachan: Training for Convoy and Patrol Operations (The IED, Sniper and Insurgency Threats) Military Technology 5/2009; pp 72-78; Mönch Publishing Group, Bonn ISSN 0722-3226
- [39] Papp Gyula: A magyar honvédség békefenntartó műveletekre kijelölt alegységeinek felkészítése, PhD értekezése, Budapest 2008; p 39 http://193.224.76.4/download/konyvtar/digitgy/phd/2008/papp_gyula.pdf