

Hegedűs Ernő

A LÉGI GÉPESÍTÉS HADITECHNIKAI ESZKÖZEINEK FEJLŐDÉSI TENDENCIÁI, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A STOL SZÁLLÍTÓ REPÜLŐGÉPEKRE

BEVEZETŐ GONDOLATOK

A légideszantcsapatok fő fejlődési folyamata – a második világháborúban és napjainkban egyaránt – a gép- és harcjárművek deszantolásán alapuló légi gépesítés. Ez az eljárás nagymértékben igényli a rövid leszállópályáról üzemeltethető STOL (Short Take Off and Landing – rövid fel- és leszálló úthossz) közepes harcászati szállító repülőgépek alkalmazását. A hetvenes években szinte minden katonai nagyhatalom megkezdte ilyen típusú szállító repülőgépek fejlesztését, eredményre azonban csak egy program vezetett a közepes szállítókategória alsó határán, ami nem tette lehetővé az olyan harcászati szállító repülőgépek leváltását, mint a C-130 vagy az An-12. A szükséges STOL képességeket megvalósító szállító repülőgépek létrehozása csak napjainkban, a kompozit szerkezeti anyagok széleskörű alkalmazásával válik reálissá e kategóriában. A légi gépesítés folyamata csak a harcászati szállító repülőgépek és az ezekkel légi szállítható harcjárművek együttes vizsgálatával írható le. Ezért a légideszantcsapatok légi gépesítése érdekében mozgósítható légi szállítókapacitás bemutatása mellett az azzal szorosan összefüggő légiszállítható harcjárművek fejlődési folyamata is rövid ismertetésre kerül. Habár a nagyhatalmak légideszant-magasabbegységek szervezeteiben már a hetvenes évektől megjelentek gépesített elemek, a műszaki fejlesztési programok és szervezetfejlesztési folyamatok eredményeképpen mégis csak napjainkra vált reálissá önálló gépesített légiszállítási szervezetek felállítása. Az adott terjedelemtől korlátai közt komplexitásra törekvő vizsgálat kiterjed a légi gépesítés fogalmára, a harcászati szállító repülőgépek egyes alkalmazási elveire, a légi úton szállítható harcjárművek fejlődésére, továbbá a tárgyalt haditechnikai eszközök szerkezeti anyagaira és konstrukciós megoldásaira is.

1. A LÉGI GÉPESÍTÉSHEZ KÖTŐDŐ NÉHÁNY ALKALMAZÁS- ELMÉLETI VONATKOZÁS

1.1. A légi gépesítés fogalom eltérő megközelítési formái

A **légi gépesítés**: a légideszantok gépesítésének folyamata. Ide sorolható minden olyan folyamat, ami a mélységbe kijuttatott légideszant-gyalogságot bármilyen szintű gépesítésen alapuló többlet mobilitáshoz juttatja. Négy összefüggő és egymásra épülő, de fogalmilag mégis eltérő, önálló jelentést hordozó szinten valósulhat meg:

- legalapvetőbb formája: a légideszantként alkalmazott „**gyalogság gépesítése**” azaz **mobilizálása**, együttműködő **szállító helikopterek segítségével**

- **klasszikus értelmezése**: légideszantok gépesítése harc- és gépjárművek deszantolásával

- speciális értelmezése: **harckocsicsapatok és helikopter-erők szoros együttműködése**

- vizionált értelmezése: a harci helikopter és a páncélozott harcjármű elméleti összeolvadása

A **légi gépesítés legalapvetőbb, elsődleges formájára** koncentrálni megfogalmazás még nem a harcjárműveket tekinti a deszantok gépesítése forrásának, ehelyett e megközelítés *a csapatok légi szállításának folyamatával foglalkozik*. Eszerint - hasonlóképpen a gyalogsági szervezetek tehergépkocsik, illetve harcjárművek rendszeresítésével történő gépesítéséhez – *a légideszantként alkalmazott gyalogság gépesítését együttműködő-integrált helikopteres szervezeti elemek segítségével* tekinthető megoldottnak a légi gépesítés. Ez a megközelítés légi gépesítettnek nevezi azt a szervezeti formát, amikor „a hadseregrepülőket összevonják a légideszantcsapatokkal és olyan légi gépesített magasabbegységeket alakítanak, amelyek ezáltal magasabb harcértékűek”[6/28.]. Összességében ez a szemléletmód a légideszantcsapatoknak azt a formáját tekinti gépesítettnek, amelynek **szervezetébe a légi szállító/támogató eszközöket is integrálták**, amelyek **a harc megvívása során is együttműködnek a gyalogsággal**. Habár e szemlélet elvileg repülőgépen szállított/támogató erőkre is alkalmazható lehet, alapvetően és elsősorban mégis a gyalogság számára harcászati mobilitást, hatékony közvetlen támogatást, esetenként harcjárműszerűen alkalmazható szállítóeszközt jelentő helikopterekre értendő. Ez a szemléletmód és fogalomhasználat a hetvenes-nyolcvanas évek német szakirodalmára jellemző.

A **légi gépesítés klasszikus értelmezése** a légideszantok földet érést követően megvalósított másodlagos mobilizálásával foglalkozik. (A légideszantok légi szállítóeszközökkel történő elsődleges mobilizálását – jellegükénél fogva - már létező alapnak tekinti.) E megközelítés szerint **a légideszantok gépesítése harc- és gépjárművek deszantolásával valósulhat meg**. Ez a járműtechnikai eszközök – könnyű terepjárók és vontatók, motorkerékpárok – légideszantcsapatok mobilizálása érdekében történő rendszeresítését, legfejlettebb formájában a légideszantcsapatok páncélozott harcjárművekkel történő ellátását jelenti. **Minőségbeli különbség** mutatkozik a különféle **légi szállítható személy-, teher- és fegyverzet-hordozó/szállító gépjárművekkel** megoldott, a mozgékony-ság-tűzerő harcászati tulajdonságokat megjelenítő **gépjármű-alapú légi gépesítés** és a **légi szállítható harcjárművekkel** megoldott, a mozgékony-ság-tűzerő-védettség harcászati tulajdonságokat egyaránt megjelenítő **harcjármű-alapú légi gépesítés** között. Légi gépesítési elvek legkorábbi megfogalmazására a harmincas évek szovjet teoretikájában került sor (Tuhacsevszkij), míg napjainkban a légideszantcsapatok, légiszállítási csapatok és a deszantolható könnyűgyalogság teljes körű gépesítését megfogalmazó elmélet (Air-Mech-Strike és Stryker koncepciók) kidolgozására az Egyesült Államokban [13;14]. Az amerikai szakírók saját légi gépesítés fogalmuk meghatározásakor a korai szovjet fogalomra hivatkoznak, így a kettő közt összefüggés és kontinuitás állapítható meg.

A **légi gépesítés speciális értelmezése** általánosságban a gépesített csapatok és a légi támogató erők, konkrétan és aktuálisan a harckocsicsapatok és helikopter-erők szoros együttműködésére

vonatkozik [33]. Ilyen esetben a közösen tevékenykedő – esetleg **egy szervezeti egységben összevont – harckocsicsapatok és légi támogató/szállító/felderítő eszközök** (napjainkban aktuálisan harci- és deszant-szállító, illetve felderítő helikopterek) szorosan együttműködnek a harctevékenység során [11]. E koncepciónak számos második világháborús **előképe** volt. A közvetlen támogató repülőeszközök és a harckocsicsapatok szoros együttműködésére Guderian német teoretikus is nagy súlyt fektetett fő művében, míg a szervezetek szintjén ideiglenes formában az 1944-45-ös szovjet struktúrában került sor harckocsi-magasabbegység alá rendelt csatarepülő egységek alkalmazására [15/105.]. Páncélos és légiszállítású szervezetek szoros együttműködése valósult meg a britek 1944-45-ben Burmában alkalmazott gépesített-légiszállítású hadosztálytípusánál. **Napjainkban** ilyen típusú együttműködésre kerülhet sor a **harckocsideszantok** és **légideszantok** tevékenységének összehangolásakor, az **összefegyvernemi portyázó osztagban**, amelyben „a harcjárművek...és a megerősítő helikopterek **egységes légi-földi harcrendben** tevékenykedhetnek: Ennek lényege, hogy az oszlop előtt és szárnyain haladó harci helikopterek részt vesznek az objektumok felderítésében...csapásaikkal lefogják-pusztítják azokat...A helikopterekben a deszant-roham alegység egy része is szállítható. Ők a helikopterekből lőtt tűzzel, esetenként a helikopterekből kirakva tevékenykednek” [32/3;6.]. Ez a légi gépesítés megfogalmazás tehát túlmutat a légideszantok szervezeti és alkalmazási keretein. Ugyanakkor létezik kimondottan a légideszantcsapatokra vonatkoztatott formája is. A német **Wiesel légideszant-koncepció** keretében új légideszant alkalmazási elméletet – egy könnyű légi gépesítési koncepciót - dolgoztak ki, amely a **gépesített légideszantok és a páncélozott légi támogatóeszközök együttes alkalmazására** épül [23]. Mivel a korszerű légideszant szervezetek már integrálták a páncélozott harci helikoptereket, ezek légi gépesítésével szervezetenként is adott lehet a légi gépesítés e speciális, magasabb szintű formájának működési feltétele.

A **légi gépesítés vizionált-futurisztikus értelmezése** tulajdonképpen az eddig a légi gépesítés során lejátszódott technikai fejlődés eredményeképpen létrejött eszközök **duplikált rendszereire** mutat rá, ennek kapcsán keresve a **jövőbeni fejlődés lehetőségeit**. Ha a légi gépesítés két (légi és földi) összetevője, a légi szállító eszköz (helikopter) és a földi szállító eszköz (deszantolt harcjármű) egy rendszerként kerül elemzésre, akkor kimutatható, hogy a légi szállítás során a mozgékonyt biztosító hajtómű és futómű-rendszerek, a védeltséget biztosító páncélzatok, illetve a tüzerőt biztosító fegyver-rendszerek úgy jelennek meg egymás mellett párhuzamosan, hogy csak az egyik (a légi szállítóeszközé) kerül kihasználásra [11]. A paraméterek javítása érdekében **elvileg** felmerülhet egy **integrált eszköz** (repülő-harcjármű) létrehozása, ahol ezeket a **duplikálásokat megszüntetik**. **Ez a légi gépesítési megközelítés elvi jellegű**, ilyen céllal jelenleg nem fut műszaki fejlesztési program. Ugyanakkor a felsorolt rendszerek integrációjára részlegesen sor kerülhet, sőt, erre történeti példák is felsorolhatók (T-60 könnyű harckocsi futóművének alkalmazása le- és felszállásnál a KT/A-40 vitorlázó repülőgépnél).

A légi gépesítés leggyakrabban alkalmazott és széles körben elfogadott, klasszikus formájának, a gépesített légideszantok létrehozásának a megvalósítását leginkább gátló tényező a nagy tömegű páncélozott harcjárművek deszantolásának problémája. **A légi gépesítés célkitűzése** egységszintű

gépesített szervezetek deszantolása, így **jellemzően a legnagyobb darabszámban gyártott közepes szállító helikopter és közepes szállító repülőgép alkalmazására épít**. A harcjárművek kijuttatási lehetőségei sokrétűek. *Helikopterrel* 3-8 tonnás, míg harcászati szállító repülőgép *ejtőernyős deszant-módszerével* 12-16 tonnás, ugyanakkor ugyanilyen kategóriájú repülőgéppel leszálló módszerrel ennél 30%-kal nagyobb tömegű harcjárműveket lehet deszantolni. Elméletileg ez utóbbi deszantmód-kategória – a harcászati szállító repülőgépek leszálló deszant módszere - szolgálhatja leginkább a légi gépesítés folyamatát.

1.2. A repülőgépes leszálló deszantok alkalmazási lehetőségének változása

A második világháború légideszant-műveleinél kialakult gyakorlat, amely szerint szállító repülőgépek leszálló módszerével a második lépcsőben megerősítést juttattak ki a biztosított deszant-zónában hevenyészve előkészített leszállópályára, a hetvenes évekre a korszerű gázturbinás repülőgépek 1200-2000 méter körüli kifutópálya-igénye miatt ellehetetlenülni látszott. Harcszerű körülmények között, 3-6 óra időtartamon, általános terepviszonyokat feltételezve reálisan mindössze 4-600 méteres leszállópálya előkészítésére van lehetőség, így a kutatások az e követelménynek megfelelő STOL képességű, megfelelő futóművel rendelkező harcászati szállító repülőgépek kifejlesztése irányába mutattak. Az 1970-es években a világ számos országában foglalkoztak STOL (Short Take Off and Landing, rövid fel- és leszállás) tulajdonságokkal rendelkező repülőgépek fejlesztésével. Ezek kisebb fel- és leszállási sebességük miatt rövidebb futópályát igényelnek. A legjelentősebb erőfeszítéseket e területen az amerikai fejlesztők tették. Már a hetvenes évek közepén célul tűzték ki a C-130 típus leváltását egy azonos, **20 tonnás hasznos terhelés mellett mindössze 4-600 méteres** leszállópályát igénylő típussal. Az ejtőernyős teherdeszant-technika fejlődésével a hetvenes évekre lehetővé vált nagy tömegű harcjárművek ejtőernyős ledobása. Ennek ellenére a repülőgépek leszálló módszerével végzett deszantolásának lehetőségeit – a kedvezőbb szállítótér-kihasználás és a teherdeszant szerelvények hiánya miatt jelentkező 20-30%-kal kedvezőbb tömeg- és térfogat-paraméterek, a kisebb kockázat és alacsonyabb kiképzési igény miatt – azóta is folyamatosan keresik. A harcjárművek deszantolása – a légi gépesítés – szempontjából kulcsfontosságú, hogy a rendelkezésre álló szállítókapacitást a tömeg és a térfogat szempontjából is a lehető legjobban kiaknázzák, a lehető legnagyobb tömegű, ezáltal maximális harcértékű haditechnikai eszköz alkalmazása érdekében.

A légideszantok e központi fejlődési folyamatának – a légi gépesítésnek – napjainkban is nagy az igénye a leszálló deszantmódszer alkalmazására. A 1992-től indított Objective Force program jelentős célokat tűzött ki mobilizálható erők létrehozása, ennek részeként a légiszállítható gépesített szervezetek fejlesztése területén, amelyeket 2010 után kívánnak elérni [27/11.]. E program során fogalmazták meg egy 4 nap alatt légiszállítással a világ bármely pontjára eljuttatható közepes harcjárművekkel felszerelt dandár létrehozásának szükségességét. (Napjainkban ez a Stryker dandár.) A légi szállítást a C-130 típus kategóriájába tartozó harcászati szállító repülőgéppel kívánják megoldani. A légiszállítási koncepció része, hogy „az **extrém rövid pályára**, esetenként bordázott és

nedves talajú **terepre történő leszállás** rutinfeladatként elvégezhető” [27/13.]. Jelenleg a koncepció nem valósítható meg teljes mértékben, mivel a C-130 méretét tekintve megfelel a harcászati alkalmazás követelményeinek de jellemzően betonozott pályáról üzemeltethető, míg a C-17 rendelkezik bizonyos terep- és STOL képességgel, de a harcászati alkalmazáshoz túlzottan nagy méretű eszköz. A gyakorlatban az afganisztáni műveletek során hajtottak végre légideszant műszaki alegység által előkészített betonozatlan leszállópályára (előkészített terepre) történő leszállásokat C-17 szállító repülőgépekkel [7/5-10.]. Ez a deszantmód erősen igénybe vette a repülőgépek sárkányszerkezetét. A tapasztalatok alapján a 2010 után gyártott C-17-es repülőgépeket már a harcászati alkalmazás igényei szerint korszerűsítik úgy, hogy 80 tonnás terheléssel képesek legyenek 600 méter hosszúságú nem betonos repülőtérrel üzemelni. E képesség megteremtése érdekében növelik a hajtóművek tolóerejét, módosítják a fékszárnyakat, illetve a géptörzs alsó felületein vastagabb lemezeket alkalmaznak a kőfelverődéssel szembeni ellenálló-képesség növelésére. A szállító repülőgépek *tábori leszállópályáról* (airstrip: a *repülőgépek le- és felszállására* igénybe vett, rendszerint a minimális berendezéssel ellátott, *mesterséges burkolattal el nem látott felszín*) történő jövőbeni alkalmazás lehetőségeinek felmérésekor feltétlenül meg kell említeni, hogy a fejlődés jelenlegi szintjén még csak helikopter-leszállóhelyek építésére használt, de a jövőben prognosztizálhatóan a fém-anyagú perforált tábori leszállópálya-elemeket is leváltó, kis tömegű **gyorstelepítésű műanyag elemek** kedvezően befolyásolhatják a légideszant-műszaki alakulatok tábori repülőtér építési képességeit [16/73., 25/11.]. Ez kedvezően befolyásolhatja a leszállópályák építésének gyorsaságát, illetve csökkentheti a kőfelverődésből, porképződésből és felázásból fakadó problémákat. Ugyanakkor az Objective Force programban meghatározott követelményeknek megfelelő harcászati szállító repülőgép továbbra sem áll rendelkezésre, holott ennek létrehozására a hetvenes évektől kezdve tapasztalható folyamatos fejlesztési törekvés.

2. A STOL-KÉPESSÉG KIALAKÍTÁSA ÉRDEKÉBEN ALKALMAZHATÓ AERODINAMIKAI ELVEK, KONSTRUKCIÓS MEGOLDÁSOK ÉS ÚJ SZERKEZETI ANYAGOK

2.1 A Coanda-effektus

A hetvenes évektől a légsaváros-gázturbinás hajtóművekről a kétáramú gázturbinás hajtóművekre történő átállás során a Coanda-effektus STOL-technológia érdekében mozgósítható lehetőségeit törekedtek kihasználni a konstruktőrök. Henri Coanda (1885-1972) román repülőmérnök aerodinamikai kísérletei során felfedezte, hogy az áramló közeg követi a tengelyével párhuzamos felület elhajlását. (Szimmetrikusan áramló közegbe helyezett hengeres test után az áramlás a tengelyvonalához képest meghatározott szögben a hengeres test irányába eltér.) A Coandáról elnevezett effektus tudatos alkalmazásával a repülőgép szárnya körüli áramlás megváltozik, ennek

következtében nő a felhajtóerő is. Az elv gyakorlati alkalmazása során **STOL üzemmódnál a szárny fölött-előtt elhelyezett hajtóműből kiáramló gáz közvetlenül a szárnyprofil felső felületén, majd a nagy kitérésű fékszárny felületén áramlik hátra és lefelé**, miközben a nagy íveltségű felületről sem válik le. A kialakuló aerodinamikai jelenség során az áramlás a szárny egy részén kis sebességnél is megfelelő mennyiségű felhajtóerőt termel. **Az ilyen kialakítású gép felszállásnál kisebb sebességgel, a hagyományos konstrukciókhoz képest akár 50%-kal rövidebb nekifutással emelkedhet el**, emellett leszállási tulajdonságai (leszállóút-hossz, sebesség) is hasonlóképpen javulnak. (A jelenség hagyományos hajtómű elrendezésénél, a szárny alatt a fékszárnyakra vezetett áramlás esetén is létrejön bizonyos mértékig.) Összességében a Coanda-effektus STOL-képességek kialakítására történő alkalmazásáról elmondható, hogy „a szárny felső részén elhelyezett hajtóműnél...a speciálisan kialakított fűvócső a szárny viszonylag nagy felső felületén szétteríti a hajtóműből távozó forró gázokat meggyorsítva ott az áramlást. A megnövekedett áramlási sebesség megnöveli az alsó és felső felületek közötti nyomáskülönbséget, azaz a felhajtóerőt. A kiáramló gázok a határréteget „frissítve” késleltetik a leválást, megnövelve ezzel M_{kr} értékét. A hajtóműből kiáramló gáz által létrehozott tolóerő függőleges komponense további plusz felhajtóerőt eredményez. Ez a módszer jól kombinálható a hagyományos szárnymechanizációs határréteg lefűvásával aminek eredményeként **nagy felszálló súlyú szállítógépek felszállási úthossza 200-400 m távolságra rövidül**” [26/36.]. Mindehhez azonban a kiterjedt szárnymechanizáció hordozására alkalmas szárnykonstrukció szükséges.

2.2. A szuperkritikus szárnyprofil

A korszerű gázturbinás szállító repülőgépekkel szemben elvárás, hogy repülési sebességük gazdaságos üzemeltetési feltételek mellett érje el a 750-950 km/ó értéket, mivel ezáltal csökkenthető a deszantok kijuttatásának időtartama, miközben növelhető a kiinduló repülőtér ledobási zónától mért távolsága. E tartomány felső értéke már önmagában is megközelíti a hangsebesség alsó határát. Ugyanakkor a hagyományos hangsebesség alatti profilokból kialakított szárnyak egyes pontjain már a tartomány alsó értékénél létrejön a helyi hangsebesség meghaladása. Ennek következtében – profilonként és szárnykonstrukciónként más-más kritikus sebességértéknél - létrejön a lökeshullám és a hullám után létrejövő határréteg leválás megjelenéséből fakadó hullámellenállás. Ez jelentősen rontja a repülés gazdaságosságát ezen a harcászati szempontból egyébként megkövetelt sebességtartományon, mivel ugrásszerűen növekszik a szárny és a repülőgép összegzett ellenállása.

A polgári alkalmazásban lévő korszerű gázturbinás utasszállító repülőgépeknél, illetve katonai vonatkozásban a stratégiai légiszállítás eszközeinél (C-5 Galaxy, An-124), ahol a kiinduló- és a célállomás is 1000 méter feletti betonozott repülőtér, nem követelmény a kis le- és felszálló úthossz. Ekkor főként a magas utazósebességnél megvalósított optimális aerodinamikai viszonyok kialakítására törekszenek és a hullámellenállás csökkentését, a kritikus sebességérték növelését és a lökeshullám, illetve az áramlásleválás helyének a kilépőél irányába történő eltolását a szárnynyilazási szög növelésével, illetve a profilvastagság csökkentésével érik el. Ezzel a vékony, erősen nyilazott

szárnyszerkezettel ugyanakkor jelentősen rontják a kissebességű repülési, valamint a fel- és leszálló tulajdonságokat, ami az ilyen gépek kifutópálya-igényének növekedéséhez, a magas felszállósebesség miatt jó minőségű burkolatok iránti fokozott igényhez vezet. Ez a kompromisszum az adott alkalmazási területen összességében felvállalható.

A STOL képességekkel rendelkező katonai szállító repülőgépektől harcászati okokból szintén megkövetelik a 750-950 km/ó sebességértéken történő repülést, ugyanakkor e típusoknál a le- és felszálló-sebességet – a megkövetelt 4 - 600 méteres leszállósávra történő üzemeltetés megvalósítása érdekében - alacsony szinten kel tartani. Emiatt nem alkalmazható a polgári utasszállító és a katonai stratégiai szállító repülőgépek esetében sikerrel alkalmazott erősen nyilazott szárny-konstrukció. A 70-es évek kutatásai során ezért a STOL szállító repülőgépek (Boeing YC-14) számára módosított, úgynevezett **szuperkritikus szárnyprofilokat** hoztak létre[26/24-29.]. Az új profilformát úgy érték el, hogy a hagyományos hangsebesség alatti profilok felső-középső felületének domborúságát jelentősen csökkentették, helyenként sík, esetleg homorú szakaszokat létrehozva a szárnyfelület felső oldalán. Ugyanakkor a kiegyensúlyozott profil-tulajdonságok érdekében a szárnyfelület alsó-hátsó szakaszán „S” alakú görbületet hoznak létre. A felső felületen létrejövő szívóhatás maximális értéke e profilnál ugyan kisebb mint a hagyományos profiloké, de a húr hosszabb szakaszán hat. A profil alsó felületén kialakított „S” szakasz hagyományos profilokhoz képest jelentős nyomásnövekedést eredményez, így összességében a profil aló és felső felülete között mutatkozó nyomáskülönbség - és ebből fakadóan a felhajtóerő nagysága – nem csökken. A legfontosabb változás, hogy **a szuperkritikus profiloknál a szuperszónikus áramlási zóna eltolódik a kilépőél irányába, a lökéshullám intenzitása lecsökken**, csak kismérvű határréteg-leválás jön létre, a hullámellenállás értéke nagyságrenddel kisebb. Ezzel az eljárással a kritikus sebesség (Mkr) 15%-kal növelhető azonos légellenállás, illetve hajtómű-teljesítmény mellett, így összességében 150 km/ó sebességnövekedés is biztosítható, miközben 8%-os tüzelőanyag-megtakarítás is elérhető. A STOL képességek, a le- és felszálló sebesség csökkentése szempontjából különösen fontos, hogy például a 12%-os viszonylagos vastagságú hagyományos profil helyett 17%-os vastagságú, **kis sebességnél kedvezőbb tulajdonságú szuperkritikus profil alkalmazható az ellenállás növekedése és a kritikus sebesség csökkenése nélkül**. A szuperkritikus profil alkalmazása **lehetővé teszi a szárny nyilazásának csökkentését, ami szilárdságtani szempontból kedvező és végső soron a szerkezeti tömeg csökkenéséhez vezethet**. A vastagabb profil **kiterjedtebb és bonyolultabb szárny-mechanizáció alkalmazását teszi lehetővé**. Összességében a szuperkritikus profil létrehozása jelentős előrelépést jelentett a korszerű STOL szállító repülőgépek fejlesztése területén.

2.3. A légi szállító- és deszanteszközök, illetve a légiszállítható járművek szerkezeti fejlődését egyaránt befolyásoló szerkezetianyag-forradalom

A repülőgépek, helikopterek, konvertiplánok, ejtőernyők és harcjárművek alkalmazott szerkezeti anyagai az utóbbi harminc-negyven év folyamán egységesen generációváltáson mentek keresztül. E

folyamat napjainkra vált meghatározóvá. Az alkalmazott acél, alumínium és textil anyagféléseket mindhárom esetben egyöntetűen a **szálerősítéssel** és **kompozit** szerkezetekkel merevített **műanyag szerkezetek** váltják fel. Az új típusú szerkezeti anyagok - a fémekhez képest - fajlagosan kisebb tömeg mellett képesek nagyobb terhelések elviselésére, ezáltal „**jelentősen hozzájárulnak a sárkányszerkezet súlyának csökkentéséhez**”[36/54.]. A tömegcsökkenés különösen nagy szerepet játszhat a jelenleg még súlytöbblettel bíró konstrukciók (konvertoplánok, szállító helikopterek, STOL repülőgépek) jövőbeni fejlesztésében. „Már csak rövid idő kérdése, hogy a repülőgépek sorozatgyártásában **lényeges mértékben áttérjenek a kompozitokra, mint a fő szerkezeti anyagra**” [18/12.]. A fordulat a részegységek gyártásáról a teljes műanyag/kompozit alapú sárkányszerkezet gyártására történő átállás során jelentkezhet, a közeljövőben. „Az Airbus...szerint a kompozit anyagok repülő sárkányszerkezetekben való felhasználása területén...jelenleg új lendület tapasztalható” [36/55.]. A teljes mértékben műanyagalapú sárkányszerkezet legyártása - egy Dornier Do-328 típusú repülőgép átalakításával - jelenleg folyik a Lockheed Martinnál.

E generációváltást nemcsak az új szerkezeti anyagok fejlődése táplálja. Az új, kedvezőbb tulajdonságú anyagok alkalmazására rendszerint egy-egy új konstrukciós megoldás alkalmazásakor kerül sor, amikor a korábbi fém szerkezeti anyagok már nem képesek a jelentkező terhelések elviselésére.

A nagy sebességű **szállító repülőgépek** sárkányszerkezetének tökéletesítése céljából jelenleg is fejlesztés alatt álló, ígéretes megoldás az *előrenyilazott szárny*, amely jelentősen, mintegy 10%-kal csökkenti a szárny szerkezeti tömegét és akár 20%-kal a légellenállását[26/17.]. Belátható, hogy például a C-17 típusú, 0,77 M sebességű stratégiai szállító repülőgép 27215 kg szerkezeti tömegű, 25° pozitív nyílazású, a gép tömegének 22%-át kitevő szárnyának 10%-os tömeg-csökkentése önmagában is közel három tonnás hasznos terhelhetőség-növekedést eredményezhet. Ezt a hatást a légellenállás csökkenése - adott hatótávolság mellett – jelentős mértékben fokozhatja. Előrenyilazott szárnyak beépítése – a megnövekedett divergencia-hajlam miatt – viszont (ésszerű szerkezeti tömeg mellett) **kizárólag feszített szénszálas kompozit szerkezeti anyag alkalmazásával** lehetséges[26/20-21.]. E műszaki megoldás alkalmazására betonozott repülőtérről üzemelő szállító repülőgépek esetében kerülhet sor.

Hasonló folyamat játszódott le a **szállító helikopterek** fejlődésében. A helikopterek sárkányszerkezete, a rotoragy és a lapátok fejlődésében napjainkig meghatározó szerep jutott a kompozit anyagoknak. Ezek alkalmazása ellenére a repülőgépekhez képest a helikopterek többsége esetén - teljes terhelés és fegyverzet mellett – a légideszant-művelet során rendelkezésre álló behatolási mélység csekély, a sebesség alacsony. Ezért a helikopterek fejlődési folyamatának egyik, a légi gépésítés szempontjából kiemelkedően fontos állomása a hagyományos szárnyfelületek alkalmazása a sebesség és hatótávolság növelése céljából [14/330-331.]. Az ilyen típusú kísérletek azonban a merev szárnyfelület és a forgószárny áramlási viszonyainak kiküszöbölhetetlen zavarása miatt zsákutcának bizonyultak (pl. az X-49 jelzésű kísérleti UH-60 Black Hawk). A helikopterek üzemi paraméterei javításának egyik leghatékonyabb útja a szerkezeti tömeg csökkentése lehet. Az Eurocopter jelenleg

futó, 2017-re eredményt hozó, 20-30 tonnás szállítóképességű eszköz létrehozására irányuló nehéz szállítóhelikopter projektje már a **teljes kompozit sárkányszerkezet** létrehozását tűzte ki célul.

A helikopterek fejlődésének lehetséges iránya a **konvertiplán**, ahol a merev szárnyfelületek és az emelésre-vonóerőtermelésre alkalmas forgószárnyak jóval kedvezőbb áramlástanai körülmények mellett üzemeltethetőek együtt. A konvertiplánok rotor-rendszerének megépítése – a fém szerkezeti anyagok esetén fellépő káros rezonanciák miatt – eleve **csak kompozitok alkalmazásával** volt lehetséges. Ugyanakkor a jelenleg rendszeresített konvertiplán – a helikoptereknél jelentősen nagyobb sebesség és hatótávolság mellett – még az azoknál nagyobb hajtómű-teljesítmény mellett is csak szerény hasznos terhelhetőséggel bír. A konvertiplán rotor-felülete fajlagosan kisebb a hagyományos helikopterhez képest, így emelőképesége is korlátozottabb. A konvertiplánnak fajlagos emelési képességhez viszonyítva nagy a szerkezeti tömege, így fejlődés e területen is **a kompozit anyagok teljes sárkányszerkezetre kiterjedő alkalmazása** lehet. A napjainkban létrehozott Bell-Augusta BA609 konvertiplán sárkányszerkezetének kialakításánál lényegében már ez az irányvonal érvényesült.

Hasonló a helyzet az **ejtőernyőrendszerek** fejlődése területén is, ahol napjainkban teljes szerkezeti anyag-váltás zajlik. A körkúpolás deszant-ejtőernyők területén, kis magasságon alkalmazható, gyors nyitású ejtőernyőrendszerek (ROLAP - Rapid Opening Low Altitude Parachute) napjainkban zajló elterjedése követeli meg a korszerűbb - kisebb (közel nulla) légáteresztésű, nagy szilárdságú - szerkezeti anyagok alkalmazását. A légcéllás ejtőernyőrendszerek területén lezajlott fejlődés – a hasznos terhelhetőség növelése és a nyitási terhelés csökkentése érdekében – a bekötött rendszer és a nyitóernyővel szabályozott csúszólapos nyíláskésleltetési rendszer alkalmazása felé mozdult el. A jövőbeni fejlődést tekintve nem kizárt, hogy még összetettebb csillapítási rendszerek (csigás) hozhatók létre új anyagok (Gore-tex, expandált teflon) alkalmazásával [29].

A műanyagok alkalmazási lehetőségeit a STOL rendszerű szállító repülőgépek és a légiszállítható harcjárművek esetében az alábbi elemzés törekszik bemutatni.

3. KÍSÉRLETI ÉS MEGVALÓSÍTOTT STOL SZÁLLÍTÓ REPÜLŐGÉPEK

3.1. A Boeing felső szárnyfelület megfúvatásos STOL technológiája

Az Amerikai Egyesült Államokban, 1972-1978 között folytatták az AMST (Advanced Medium STOL Transport - továbbfejlesztett közepes hatótávolságú, rövid fel- és leszálló úthosszú szállító repülőgép) programot. A célkitűzés egy legkevesebb 12,5 tonna teher, illetve 150 katona szállítására alkalmas, 400-610 méter kifutópályáról üzemeltethető szállítórepülőgép-típus kifejlesztése, optimális esetben egy a C-130-as 20 tonnás hasznos terhelhetőségével és a STOL képességek egyaránt rendelkező típus létrehozása volt. A program végső célja a C-130 szállító repülőgép új, a harcászati követelményeknek jobban megfelelő, fejlettebb generációjú típussal történő leváltása volt.

Az AMST program keretében a Boeing által létrehozott kísérleti STOL szállító repülőgép, az YC-14-es, először 1975-ben emelkedett a levegőbe. A felsőszárnyas gázturbinás repülőgép 35 tonnás szállítókapacitása és 107,5 tonnás maximális felszálló tömege alapján a közepes szállító repülőgép kategóriába sorolható. A Boeing a felső szárnyfelület megfúvatás (upper-surface blowing - USB) technológiáját választotta a STOL képességek minél hatékonyabb megvalósítása érdekében. Az így hatékonyan megvalósított Coanda-effektus a kis (le- és felszálló) sebességnél megvalósított hatékony felhajtóerő-termelést, míg a szuperkritikus profil alkalmazása - a nagy sebességnél mutatkozó alacsony légellenállás miatt - az utazósebesség magas szinten tartását és az alacsony fajlagos fogyasztást biztosította. Ugyanakkor a kis sebességű üzemmódokon földközeli repülésnél problematikus áramlási jelenségek mutatkoztak, így a kísérletek során kiütköztek az USB eljárással megvalósított STOL rendszer korlátai. A káros áramlások csökkentése érdekében a szárny alsó felületén áramlásterelő lapokat helyeztek el. Problémát jelentett az is, hogy az USB eljárásához kapcsolódó esetleges káros interferenciák elkerülésének figyelembe vételével végezték el a vezérsíkok pozicionálását és méretezését, ami viszont - különösen kis sebességnél - a kormányzás hatékonyságának csökkenéséhez vezetett. A **330-570 méteres le- és felszálló-úthossz** a C-130-as 1200 méteres paramétereinek mindössze a fele-negyede volt. Habár hasznos terhelése 35 tonna illetve 150 fő volt, **a STOL-követelményeket mindössze 12,5-15 tonna hasznos terhelés mellett volt képes teljesíteni.** A két nagy kétármúságú, 227 kN tolóerejű hajtómű 810 km/h maximális, illetve 720 km/h utazósebességet tett lehetővé. Az 5134 km-es hatótáv a stratégiai szállítási feladatokat is lehetővé tette. Két prototípus épült, amelyeket 600 órás kísérleti program során teszteltek. 1976 novemberében a típussal harcjárművek deszantolását gyakorolták terepszakasgra, sikeresen. **Az YC-14 koncepciót végül mégis elvetették,** egyrészt mivel **a típus STOL terhelhetősége nem tette lehetővé hatékony harcjárművek szállítását,** másrészt egyetlen típussal párhuzamosan kívánták megvalósítani a stratégiai és a taktikai légi szállítást. Az YC-14-est így „nem vásárolták meg, mivel változatlanul megmaradt az igény...olyan széles törzsű szállító repülőgép iránt, amelyekkel a frontvonal közvetlen közelében kihelyezhetők a páncélozott harcjárművek” [3/300.]. A szállító repülőgépek fejlesztési programjainak központi törekvése tehát továbbra is a **harcjárművek nem betonozott leszállópályára történő deszantolásának megoldása** maradt. Az AMST program így a jóval szerényebb STOL képességekkel rendelkező, de egyszerűbb szerkezeti kialakítású és olcsóbb YC-15, illetve az annak tapasztalatai alapján létrehozott C-17 típus fejlesztése felé fordult.

3.2. Az Antonov-iroda gyakorlatban is megvalósult STOL-programja

Az Antonov An-72-es harcászati szállító repülőgép először 1977. decemberében emelkedett a levegőbe. A típus STOL tulajdonságokkal rendelkező felsőszárnyas gázturbinás szállító repülőgép, amely kapacitása alapján a közepes szállító repülőgép kategória alsó szegmensébe sorolható. A STOL tulajdonságok elérése érdekében a hajtóműveket - a Coanda-effektus hatékony megvalósításának szempontjai szerint - a szárny fölé építették. A követelmények között fő szempont volt a rövid fel- és

leszálló úthossz, de a teher – köztük harcjárművek - könnyű és gyors ki- és berakodását is meg kellett oldani. Konstruktőrei a típust „**előkészítetlen, füves vagy döngölt talajú** és különösen kis méretű repülőtérről való üzemeltetésre tervezték”[34/266.]. A magasra épített hajtómű – a STOL üzemmódra jellemző speciális felhajtóerő-termelési eljárások mellett - az előkészítetlen (részben előkészített) leszállópályákon történő üzemeltetéskor az idegen anyagok szívócsatornába kerülését (beszívását) hivatott megakadályozni [40/86.].

A 3,1 méter átmérőjű, kör keresztmetszetű törzs hagyományos szerkezetű, hermetikus kialakítású. A tehertérben maximum 10 tonna hasznos teher, illetve 68 felfegyverzett katona vagy 57 ejtőernyős szállítható. A hátsó tehertérajtó lenyitható, egyrészt jármű-rámpaként szolgál, másrészt ejtőernyős ugrás és teherdobás esetén hátrafelé, a törzsvég alá mozdulhat el. A görgősorral felszerelt rakodótér bal oldalán is kialakítottak egy ajtót. Futóműve hárompontos, kisnyomású abroncsokkal szerelt, orrkerekes. A két áramvonalazott futógondola a törzs középső részén jobb és bal oldalon alul található, oldalanként két-két, betonozatlan repülőtérré történő üzemeltetést elősegítő alacsony nyomású abronccsal.

A negatív V állású szabadonhordó kétfőtartós szárny vállszárnyas elrendezésű, kétszer nyilazott, kétrészes orrsegédszárnyal szerelt kialakítású. A hajtóműgondolák a szárny felett találhatók. A két, egyenként 63,7 kN tolóerőt szolgáltató hajtómű nyomásviszonya 18,7:1, tömege 1100 kg. A hajtómű beömlőnyílás jelentős mértékben a belépőél elé nyúlik, míg a STOL követelmények miatt sugárfordítóval felszerelt fúvócső a szárny húrhossz első harmadában ér véget. A kiáramló gázok hőmérséklete miatt szárny felső borítása a hajtóművek mögött titánból készült. A szárny felső panelre fúvatott hajtómű-gázáram - a tolóerő létrehozása mellett - létrehozza azt az áramlást is, amely már kis sebesség mellett is megfelelő mennyiségű és a felhajtóerőt termel. A felület mentén továbbhaladó áramlás irányításában nagy szerepet játszik a háromszor réselt fékszárny alkotta titánötvözetű szárnymechanizáció, amelynek belső szektorai kisebb mértékben, míg a külsők a jelentősnek mondható 60°-ra térhetnek ki. A Coanda-effektus és az erősen mechanizált szárny összességében a tolóerő egyfajta elfordítását teszi lehetővé [40/86.].

A vezérsík – a STOL üzemmódnál fellépő zavaró áramlásokból kivonandó - nyilazott T elrendezéssel került kialakításra. Nagy sebességen a kétrészes oldalkormányoknak csak a felső tagja tér ki, majd a sebesség csökkenése nyomán az alsó rész automatikusan bekapcsolódik a kormányzásba. A típus üres tömege 19 tonna, maximális felszálló tömege 34,5 tonna, legnagyobb hasznos terhelése 10 tonna, hatótávolsága maximális terheléssel 3200, míg 7,5 tonnás terheléssel 4800 km. Üzemanyag-töltéstől és a környezeti körülményektől függően **3500-7500 kg terhelési határ** között képes a megkövetelt STOL paraméterek – **450 m fel-és leszállási úthossz** - teljesítésére. (A típus a legnagyobb üzemanyag-töltéssel és a maximális tíztonnás terheléssel már hozzávetőleg 2000 m kifutópályát igényel.) Felszálló sebessége – a terhelés függvényében – 150–180 km/h, legnagyobb sebessége 720 km/h.

Az An-72 különböző változataiból eddig közel 300 példányt építettek. A továbbfejlesztett An-74-es 1983. szeptemberében repült először. Az An-76-osként is ismert tengerészeti felderítő változatot 1992-

ben mutatták be. Így az Antonov, habár csak a könnyű szállító repülőgép kategóriában és csak korlátozott terheléssel, mégis egy sorozatgyártású típussal valósította meg a STOL szállító repülőgépet.

3.3. A Kawasaki négy hajtóműves STOL kísérleti repülőgépe

Japánban a STOL kialakítású repülőgépek kérdésével a National Aerospace Laboratory, a NAL 1970-1983 között foglalkozott. Az Asuka néven létrehozott kísérleti típus létrehozásához alapgépként a Kawasaki C-1-es, két, konzolon felfüggesztett hajtóművel szerelt, 45 tonnás felszálló tömegű, T-vezérsíkkal szerelt közepes szállítógépet használták. Az átalakítások során a sárkányt szinte változatlanul hagyták, mindössze más hajtóműveket és hajtómű-elrendezést alkalmaztak. A korábbi két, 64,5 kN tolóerejű hajtómű helyett **négy** nagy kétáramúságú, **47 kN tolóerejű hajtóművet** szereltek fel a kísérleti gépre, amelyeket a **szárny fölé, a belépőél elé** építettek. Ezzel az elrendezéssel tudatosan alkalmazták a Coanda-effektust. Az átalakítások következtében **a felszállási úthossz 600 méterre**, a korábbi érték felére csökkent. A leszállási sebesség a korábbi 180 km/h-ról 140-re csökkent, **a leszállási úthossz 500 méterre adódott**. A **12 tonna hasznos terhelhetőségű** repülőgép 60 katona vagy 45 ejtőernyős szállítására képes, a törzsvégen kialakított törzs alá húzható teherrámpája harcjárművek ki-és behajtására is alkalmas. A repülőgép 805 km/h maximális sebességre képes. Az Asuka-program végül megmaradt a kísérleti keretek között. A célul kitűzött 20 tonnás hasznos terhelhetőséget ennél a programnál sem sikerült megvalósítani, a 12 tonnás hasznos terhelhetőség és a **négy hajtóműves felsőszárny-megfűvátásos konstrukció kiegyensúlyozott repülési paramétereinek elérése** azonban mégis jelentős eredménynek számítottak.

3.4. A megvalósult amerikai STOL szállító repülőgép programok

Az AMST program keretében, a hetvenes évek közepén fejlesztette ki a McDonnell Douglas az **YC-15** típusú STOL kísérleti repülőgépet. A 99, 4 tonna szerkezeti tömegű, 28,1 tonna hasznos terhelhetőségű repülőgép raktérben könnyű vagy közepes harcjármű, vagy 150 teljes felszereltségű katona fért el. A McDonnell Douglas YC-15-öse a Boeing STOL típusához képest közel kétszeres távolság, **610 méter nekifutás után volt képes felszállni 12,5 tonna hasznos terheléssel**. Ezt a Boeingenél szerényebb STOL képességet a 6°-os nyílazású vállszárny-belépőél alatt-előtt, rövid konzolokon elhelyezett négy 71,17 kN tolóerejű kétáramú gázturbina és a szárnymechanizáció együttesen adta. E konstrukciónál a szárnyszerkezetet messze nem érte olyan jelentős hőterhelés, mint a felső szárnypanel megfűvátásos (USB) eljárásnál. Ugyanakkor a szárnyterjedtség 75 százalékán nagy felületű fékszárnyakat alakítottak ki, amelyeket teljesen kiterített állapotban a hajtómű kiáramló gázsugara fűjt meg. A törzs hagyományos, fémépítésű félháj-szerkezet, szabadon hordó T-vezérsíkkal, nyilazott függőleges irányfelülettel és oldalkormányval, a farokrészen gép-és harcjárművek behajtására alkalmas rakodórámpával. Emellett a gép jobb és bal oldalán egyaránt kialakítottak egy-egy tehertér-ajtót. A kis le- és felszálló sebességgel járó STOL-üzemmóddhoz szükséges új kormányrendszerben az oldalkormány működését összekötötték a csűrő-vezérléssel. A kiépítetlen leszállópályákon végzett STOL-leszállásokhoz az YC-15 nagy

terhelhetőségű futóműve hosszú rugózási úttal került kialakításra, ami magas süllyedési sebességet tesz lehetővé. Az orrfutót két, a főfutót négy keréssel látták el. A STOL-üzem módban 12,5 tonna hasznos teherrel felszálló repülőgép maximális sebessége 805 km/h, hatótávolsága 740 km. A megépült néhány példányt nem követte sorozatgyártás.

Az YC-15 programmal szerzett tapasztalatok az új, részben STOL képességekkel is bíró C-17-es szállító repülőgép kifejlesztésénél jelentettek fontos eredményeket. A Boeing YC-14-eséhez képest az YC-15-ös szerkezeti kialakítása inkább megfelelt mintaként az 56 tonnás hasznos terhelhetőségű C-17 létrehozásánál.

A **C-17 Globemaster III** stratégiai szállító-repülőgép fejlesztése 1984-re fejeződött be. A fejlesztési program alapjául az YC-15-ös szolgált, ugyanakkor az új típust elődjénél jelentősen nagyobb tömeg- és méret-adatok jellemzik. A Globemaster szerkezeti tömege 122 tonna, maximális felszálló tömege 265 tonna. A teherter 21 méter hosszú, szélessége 5,48 méter, magassága 4,1 méter. A sárkányszerkezet kialakításánál már számos helyen alkalmaztak kompozit anyagokat. Az új típus képes 78 tonna hasznos teher befogadására. Négy, kétáramú gázturbinájának tolóereje egyenként 180 kN. Különleges kialakítású oldalanként hatkerekes futóművével szinte bármilyen **előkészített talajú leszállópályára képes leszállni**. A C-17-es **alacsony fel- és leszállósebességét** összetett szárnymechanizáció biztosítja. A rövid konzolokon elhelyezett gázturbinák – hasonlóan az YC-15-höz – a leszálló üzemmódra állított fékszárnyakra fűjják rá a gázáramot, ezáltal többlet felhajtóerő keletkezik. A leszállóút csökkentésében nagy szerepet játszik a sugárfék, amelyet úgy alakítottak ki, hogy a gázsugarat – a betonozatlan leszállópályákon felverődő szennyeződés elkerülése érdekében – felfelé, 45°-ban előre irányítsa. A függőleges vezérsík T-alakú, a magassági kormánylapok osztottak. A szárny-mechanizációnak és a sugárféknek köszönhetően a leszálló úthossz teljes terheléssel 915 méter. Ez össze sem vethető az AMST követelményben megfogalmazott 570-610 méterrel, ugyanakkor rendkívül jelentős teljesítmény egy stratégiai szállító repülőgéptől. Az inkább polgári utasszállítók konstrukciós jegyeit magán hordozó, 25°-ban nyilazott szárny gazdaságos, és nagy, maximálisan 830 km/h sebességű repülést tesz lehetővé nagy hatótávolságon. A korszerű szárny teher nélkül 8700 km-es, teherrel 4400 km-es repülési távolságot biztosít, ugyanakkor teljes terhelésnél 2200 méteres felszállópályát igényel.

A C-17-ről elmondható, hogy a stratégiai szállító repülőgépek kategóriájában – számos kompromisszum figyelembe vételével - sikerrel kamatoztatta az AMST program során a STOL technológiával kapcsolatban felhalmozódott tapasztalatok egy részét. Az AMST program keretében megfogalmazott korszerű közepes STOL szállító repülőgéphez azonban e típusnak semmi köze. Hasonló kedvező paraméterekkel 6-800 méter le- és felszállópálya igényel – rendelkezik az Antonov 47 tonna teherbírású An-70-ese is, illetve vélhetőleg hasonló képességekkel bír az Airbus A400 M típus is. Napjainkban a 40-80 tonna közötti szállító repülőgép kategóriában ezek a részleges STOL képesség elvárható, aminek teljesítése a korszerű kompozit anyagok egyre szélesebb körű alkalmazásával reális is. A C-17-est a C-5 Galaxy és a C-141 Starlifter leváltására tervezték, amire

vélhetőleg alkalmas is. Ugyanakkor egyértelmű, hogy **a harcászati kategóriába tartozó C-130 többfeladatú közepes szállító típus leváltása a C-17-el nem megoldható, ez a kérdés továbbra is nyitott marad.** Ilyen értelemben az AMST programnak napjainkban sincs kézzel fogható eredménye, a 20-30 tonna hasznos terhelhetőségű harcászati STOL szállító repülőgép még nem született meg. A megkövetelt paraméterekre a két hajtóműves közepes harcászati szállító repülőgép kategória csak a kis szerkezeti tömeget lehetővé tevő kompozit sárkányszerkezet alkalmazásával képes. Ezért az AMST program folytatásának tekinthető, STOL szállító repülőgép létrehozására irányuló **ACCA (Advanced Composit Cargo Aircraft** – műanyag szerkezetű szállító repülőgép) program napjainkban a kompozit anyagok alkalmazása felé fordul. A program során megfogalmazott követelményrendszer alapján az ACCA repülőgépnek 600 m-es pályáról kell üzemelnie és képesnek kell lennie 25-35 tonna hasznos teher - főként a C-130 típussal csak nehézkesen légi szállítható Stryker harcjármű – szállítására, miközben utazósebességének meg kell haladnia a 740 km/h-t [1]. Az új harcászati szállító repülőgép típusnak éjjel is képesnek kell lennie kis magasságú terepkövető repülésre, illetve automatizált leszállásra. (A NATO deszant-szállítási követelményeit kielégítő terepkövető repülésre a C-130 típus is képes az AN/AP-128(VB) típusú lokátoros berendezéssel [12/34.]

4. A LÉGI GÉPESÍTÉS MEGVALÓSÍTÁSÁRA ALKALMAZOTT HARC- ÉS GÉPJÁRMŰVEK FŐBB FEJLESZTÉSI FOLYAMATAI

4.1. A könnyű légi gépesítés helyzete

A könnyű légi gépesítés járműtechnikai eszközei leginkább a helikopteres légi szállíthatóság feltételeinek felelnek meg. A könnyű légi gépesítés céljait szolgáló járműtechnikai eszközök területén a hetvenes évektől kezdődően folyamatos és dinamikus fejlődés tapasztalható. E kategória legkisebb tömegű eszközeként visszatérni látszik a katonai **motorkerékpárok** alkalmazása. A légideszantcsapatok vonatkozásában jelenleg még ejtőernyővel ledobható 350-500-as benzinüzemű motorkerékpárokat alkalmaznak a leszállózónák kijelöléséért és a rávezetésért felelős harcászati légi irányító alegységeknél (pathfinder). Ezeket a motorokat elől-hátul két-két málhásdobozzal és kormányra erősített fegyvertartóval látták el [10/102-103.]. Ugyanakkor a NATO egységes üzemanyag koncepció (Single Fuel Conception) bevezetése egyértelműen a kis lökettérfogatú benzinüzemű eszközök alkalmazása ellen hat. Erre a problémára lehet megoldás az amerikai tengerészgyalogságnál már rendszeresített, egy brit cég által módosított, dízelmotorral szerelt 24 LE teljesítményű **Kawasaki KLR 650 JP8** típus. Az amerikai haderő felderítési és konvoj kísérési feladatok ellátásában látja a katonai motorkerékpárok jövőjét. (Ugyanakkor kérdésként merülhet fel, hogy a jelenleg dinamikus terjedő quadok milyen mértékben veszik át a motorkerékpárok szerepét.)

Folyamatosan növekszik az ejtőernyővel is könnyen ledobható nyitott, **könnyű terepjárók** – **zártszelvény-vázás rohamjárművek**, könnyű szállítójárművek – alkalmazásának mértéke a

légideszantcsapatoknál, mivel ezek kis szerkezeti tömegük, kis geometriai méreteik, illetve felépítmény nélküli (vagy ideiglenes felépítményű) kialakításukból fakadóan rendkívül kis magasságuk miatt fokozottan alkalmasak a légi szállításra. E járműkategória alkalmazását elősegítő tényező, hogy az általuk hordozott fegyverrendszerek – például az MK 19 Mod3 40 mm-es gránátvető, vagy a vagy az ASP 30 mm-es gépágyú – esetében hátrasikló, illetve kettős hátrasikló rendszerekkel jelentősen csökkentették a visszaható erőket, megteremtve az eszközök könnyű járműre szerelhetőségét [10/38., 42., 104.]. Ezek a járművek 120 mm-es aknavetőt is vontathatnak. Napjainkban lehetségessé vált a kézfegyverek tüze és a repeszhatás ellen részlegesen védő Kevlar páncélzattal történő felszerelésük. E kategória jelenleg leginkább meghatározó fejlődési tendenciái a **Chenoweth ALSV** típuson azonosíthatók be, amelyre a dízelmotor, a négykerék-hajtás, a fenék-részleges tető- és oldal-lemezek alkalmazása, a stabilizátorral ellátott fegyverállványzat és az 1250 kg-os szerkezeti tömeggel közel azonos hasznos terhelhetőség a jellemző [20/44-45.]. Fontos megemlíteni, hogy ilyen könnyű, légiszállítható rohamjárművek előállítására a hazai ipar is képes (Szöcske könnyű terepjáró gépjármű).

A könnyű terepjáró gépjármű-kategóriához kapcsolódnak a különféle változatokban kereskedelmi forgalomban széles körben beszerezhető **quadok**, különösen a jelentősebb teherbírású, négykerék-hajtású, dízelmotoros, vonóhoroggal is felszerelt, esetenként 6x6 kerékképletű **munkaquadok**, amelyeket az ezredforduló után – többek között aknavető-szállítóként - az amerikai légideszantcsapatok is alkalmazásba vettek [14/201.]. Egyes típusaikat – az irányítást végző, személyi ejtőernyővel felszerelt kezelőszeméllyel együtt légcéllás **teherejtőernyővel is ledobhatják**. 900-1800 négyzetláb felületű légcéllás teherejtőernyőkkel sofőrrel, üzemanyaggal és felszereléssel együtt 6-800 kg tömegű két-négy személyes bukócsöves quadokat dobhatnak le 4500 m minimális magasságról, stabilizátoros módszerrel. Az eljárás során alkalmazott egyik típus a Yamaha Rhino 700 kétszemélyes bukócsöves quad, amelynek tömege 510 kg. A 2,8 m hosszú, 1,4 m széles jármű 42 LE teljesítményű egyhengeres, olajhűtésű befecskendezéses motor 550 kg vontatását és – a két fő utas mellett – 181 kg rakfelületen történő szállítását teszi lehetővé. (A teherejtőernyő a földet érést követően néhány másodperc alatt lecsatlakoztatható.) Ugyanezzel a rendszerrel a quadokkal vontatható, négy fő szállítására alkalmas négykerékű utánfutót is ledobhatnak, így a vontatójárművel együtt 6 felfegyverzett katona szállítása megoldott [17]. Szintén ilyen jármű az 537 kg szerkezeti tömegű **Polaris Ranger XP**, amely két személy és 454 kg szállítására képes, a teherejtőernyő rögzítésére alkalmas nagy teherbírású bukócsövel felszerelt jármű. A 40 LE teljesítményű 4x4 kerékképletű, automata váltóval szerelt jármű 50 km/h elérésére képes. A Polaris Ranger nagyobb méretű és szállítóképességű, de a légi szállíthatóság követelményeinek jól megfelelő 6x6 kerékképletű 641 kg szerkezeti tömegű változata már két fő és 567 kg hasznos teher szállítására képes, emellett 680 kg tömeget vontathat. Hasonlóképpen e kategóriába sorolható, az amerikai légideszantcsapatok által alkalmazott, jellemzően helikopterrel deszantolt könnyű szállítójármű a **John Deere Gator** [14/201.]. A polgári alkalmazók által is széles körben használt háromtengelyes, 6x4 kerékképletű járművet 20

LE teljesítményű dieselmotorral szerelik, amely 40 km/h sebesség elérésére teszi képessé. A jármű 1,4 m² rakfelületén 590 kg – saját tömegével közel azonos nagyságú – hasznos terhelést hordozhat, illetve ugyanekkora tömeget vontathat. Egyéb szállítási feladatok mellett 120 mm-es aknavető hordozására is alkalmazzák. Ezek a szállítási-vontatási paraméterek már megközelítik egy hagyományos terepjáró gépjárművét (pl. az 1,6 tonna szerkezeti tömegű UAZ-469 és az 1,7 tonna szerkezeti tömegű Mercedes G 270) amelyek 750-850 kg szállítására, illetve vontatására képesek. Ugyanakkor **közel azonos szállító-vontatóképesség mellett a könnyű járművek szerkezeti tömege 60%-kal**, geometriai méretei – 3 m hosszúság és 1,5 m szélesség – 20-30%-kal, 1,1 méteres bukócső nélküli magassága közel 50%-kal **kisebb a korszerű terepjárókénál, ami kulcsfontosságú lehet a helikopteres légiszállítás szempontjából.**

Kimondottan katonai alkalmazásra konstruált, magas műszaki színvonalon kialakított jármű a brit légideszantcsapatok **Supacat** könnyű terepjáró gépjárműve [2/161.]. A háromtengelyes, 6x6 kerékképletű 1300 kg szerkezeti tömegű jármű 65 LE teljesítményű motorjával 48 km/h sebességre képes, teherbírása 1000 kg, vontatási képessége 400 kg. A teljesítőképesség növekedésével ebben a kategóriában is rohamosan növekszik a szerkezeti tömeg és a jármű mérete. A tömegnövekedést csak **korszerű szerkezeti anyagok és speciális műszaki megoldások** alkalmazásával lehet csökkenteni. Ilyen műszaki megoldások alkalmazásával valósították meg a brit **Transcraft 1600** könnyű terepjárót. A 8x8 kerékképletű jármű meghajtásáról 40 LE teljesítményű motor gondoskodik, **hidraulikus hajtásláncon** keresztül. A fékrendszert, a váltóművet és a hagyományos kormánymű elemeit így elhagyhatták, ezek funkcióit a hidraulika vette át. A jármű alváza nagy szilárdságú, rugalmas szerkezetű üvegszál **kompozitanyagok** felhasználásával készült. Ennek következtében – és a ballonos kialakítású kerekek alkalmazása miatt - a hagyományos felfüggesztést és rugózást elhagyták, a kerekek merev tengelyes beépítésűek. A mindössze 680 kg tömegű jármű 720 kg terhet szállíthat, miközben kiemelkedő terepjáró képességgel rendelkezik és úszóképes [2/167.].

Egy tömeg- és méretkategóriával feljebb sorolhatóak be a különféle általános rendeltetésű **terepjáró gépjárművek**. A többfeladatú, légiszállítható könnyű gépjárművek szerepét és elterjedtségét jól jellemzi, hogy az amerikai 82. légideszantadosztály 1991-re már 1400 db **HMMWV** (High Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle – magas mozgékonyágú többfeladatú kerekes jármű) terepjáróval rendelkezett, ami járműállományának 50%-át adta. Légi szállítás szempontjából jelentős lehetőségek rejlenek e járműkategória felfegyverzésében, hiszen – amint azt a **Daimler-Chrysler Wolf 270 CDI G** alapra épített légiszállítható felderítő/különleges műveleti jármű példája is mutatja - tömege 12, 7 mm-es géppuskával, 40 mm-es gránátvetővel, ködgránátvetővel és lövésálló kerekekkel felszerelve sem haladja meg a 3,3 tonnát [22/29.]. Ugyanakkor éppen az iraki háborúk tapasztalatai alapján bizonyosodott be a könnyű gépjárművek sebezhetősége. Ezért jelenleg a fejlesztés fő irányvonalát a teljes védelemmel rendelkező könnyű gépjárművek képezik. Ilyen légiszállítható páncélozott könnyű gépjármű a **Panhard VBL** [39/2.]. Az integrált páncélzattal épített zárt felépítményű harcjármű a kézifegyverek és repeszek ellen biztosít védeltséget, emellett ABV védett is. A négykerék-hajtású úszóképes járművet ABV védett 4 fős utastérrel

alakították ki. Felszerelhető egy 7,62 mm-es géppuskával és egy 40 mm-es gránátvetővel vagy 12,7 mm-es géppuskával, illetve légvédelmi- és páncéltörő-rakétavetővel. Kifejlesztettek a járműhöz egy nagy ürméretű 20 mm-es gépágyú befogadására képes tornyot is. Habár tömegéhez képest ez a jármű rendelkezik a legösszetettebb harcászati képességekkel (tűzerő-védettség-mozgékonyosság), lövészek szállítására mérete miatt nem képes. Csapatszállítási feladatok ellátására is alkalmas a Panhardnál egy tömeg- és méret-kategóriával nagyobb német **ATF-2 Dingo** [21/18.]. A 12,5 tonna tömegű páncélozott jármű védettsége elegendő a harckocsiknak elleni védelem megvalósítására, emellett ellenáll a kézfegyverek tüzének és a tüzérségi repeszek hatásának. A jármű 8 fő szállítására képes, fegyverzetét 40 mm-es gránátvető vagy 12,7 mm-es géppuska képezheti. Egy ilyen páncélozott járműkategória tömegét tekintve azonban már megközelíti a harcjárművékét. A keramikus- és kompozit-anyagok térhódítása a védettség, míg a magasnyomású, közös csöves, közvetlen befecskendezésű turbódízel motorok fejlődése a mozgékonyág területén eredményezhet jelentős fejlődést e járműkategóriánál a közeljövőben, megakadályozva a járművek fajlagos tömegének további növekedését.

4.2. A légideszant-harcjárműveinek korai generációja és a nyolcvanas években bekövetkezett generációváltás

A légideszantok gépesítésének korai szakaszában – a hetvenes-nyolcvanas években - többségében gyalogságot támogató feladattal létrehozott, korlátozottan páncélozott és korlátozott tűzerővel rendelkező harcjármű-koncepciók – páncélozott fegyverhordozó járművek, felderítő harcjárművek, páncélozott lövészszállítók - kerültek kialakításra. A német haderő a 3-4 tonnás könnyű páncélozott fegyverhordozót, a **Wiesel**t, míg a szovjetek a 7-8 tonna tömegű, 10-25 mm alumínium-páncélzattal szerelt **BMD** harcjárműcsalád 1 és 2 típusjelzésű változatait rendszeresítették [8/50.]. (A harcjármű család következő tagját képező, jelentősen nagyobb tömegű és védettségű BMD-3 – tekintélyes fegyverzete ellenére – alapvetően szintén egy páncélozott lövészszállító harcjármű, amelynek harcászati képességei nem vethetőek össze a harckocsikéval.) Hasonlóképpen a szovjetekhez, a brit haderőben ebben az időszakban rendszeresített 8-12 tonna közötti tömegű, könnyűfém alapú **Scorpion** harcjármű-család könnyű páncélozott harcjárművei is leginkább felderítésre és gyalogsági harctámogatásra alkalmas fegyverzettel (30 mm-es gépágyú, 76 mm-es tarack) rendelkeznek. Az amerikai **M551 Sheridan könnyű harckocsi** – jelentős tűzerőt biztosító 155 mm-es kombinált lövege ellenére – csekély védettsége miatt szintén inkább a felderítő harcjármű kategóriába sorolható.

A hatvanas-hetvenes évek légideszant-harcjárművei rendszerint a 8-12 tonna tömegű, támogató koncepció szerint épített eszközök voltak, amelyek – tömegük és méretük alapján – alkalmasnak bizonyultak az ejtőernyős és a helikopteres deszantolásra, a légideszantcsapatok harctámogatására. Nem voltak viszont alkalmasak ezek az eszközök a harckocsik elleni hatékony harcra. Valóban érdemi, a harckocsik elleni küzdelemre is alkalmas harcjármű-típusok fejlesztésére irányuló programok csak az Egyesült Államokban és Nagy-Britanniában folytak, a nyolcvanas évektől. Ennek az az oka, hogy ekkor az Egyesült Államok hadereje - más államokhoz képest - továbblépett a

légiszállítható gépesített szervezetek fejlesztése területén. A 1992-től indított Objective Force program jelentős célokat tűzött ki ezen a területen, amikor kimondta a C-130 típusú légiszállítható gépesített dandárok felállításának szükségességét [27/11.]. A program megvalósítása során a kilencvenes évek végén rendszeresített **Stryker légiszállítható páncélozott lövészszállító járműcsaládban** megtalálható a lövészszállító, 105 mm-es harckocsiágyús, 120 mm-es aknavető-hordozó és a páncéltörőrakéta-hordozó változat, illetve a 105 mm-es önjáró tarack. Ugyanakkor ez a mindössze 14,5 mm-es páncélzattal rendelkező harcjármű-család alacsony szintű védettsége miatt nem alkalmas harckocsik elleni közvetlen harctevékenység megvívására. Ugyanakkor az elemzők megállapítása szerint a 2003 évi iraki hadművelet légideszánt műveletei során egyértelműen hiányzott a deszantokat második lépcsőként megerősítő nehézfegyverekkel és páncélozott harcjárművekkel rendelkező kötelék [30/44.]. Így a harckocsikkal összevethető harcértékű légiszállítható harcjárművek fejlesztése továbbra is sürgető, ugyanakkor nyitott kérdés marad. Ennek érdekében a nyolcvanas évektől kezdődően jelentős erőfeszítéseket tesz az amerikai hadiipar, ami napjainkra az FCS programban (Future Combat System) csúcsosodik ki.

4.3. Hagyományos szerkezeti koncepció alapján könnyű szerkezettel fejlesztett légideszant harckocsik

Az amerikai haderő a légideszant- és légiszállítású erők harcászati képességeinek növelése érdekében már a hatvanas évek közepén megfogalmazta légiszállítható könnyű harckocsi iránti igényét. „A szárazföldi haderőnem akkori vezérkari főnöke, D. Maxwell Taylor tábornok a tervezők elé kétirányú feladatot tűzött: univerzális harckocsi megalkotását, amely egyesíti magában a nehéz és közepes harckocsik szerepét és egy olyan könnyű harckocsi kifejlesztését, amelyet a légideszant műveletek során lehet alkalmazni” [4/172.]. A megfogalmazott elvek alapján létrehozott M551 General Sheridan légideszant harckocsi gyártását 1966-ban kezdték meg. Az alumínium testnek köszönhetően légi úton szállítható, és ejtőernyővel dobható, kombinált rakétalöveggel felszerelt harcjármű vietnami alkalmazása során bebizonyosodott, hogy védettsége nem elégséges, lövege túlzott visszaható erőt gyakorol a járműtestre és a visszamaradt lőpor-égéstermékek problémájával küzd. A jármű kivonásáról, új típusúval való helyettesítéséről már a hetvenes években döntöttek. Ekkortól vette kezdetét az amerikai légideszant harckocsi-programok hosszú sora.

A **HIMAG** (High Mobility Agility - nagy mozgékonyágú jármű) elnevezésű kísérleti légiszállítású harckocsihoz egy hagyományos harckocsit és futóművet használtak fel. A prototípus 1978-ban készült el. A 40824 kg tömegű harckocsi legénysége 3 fő volt. Meghajtásáról egy 1500 LE teljesítményű, 12 hengeres Continental AVCR 1360 túltöltéses dízelmotor gondoskodott, felfüggesztése hidropneumatikus volt. Maximális sebessége úton 96,9 km/h, hatótávolsága 160 km volt. A kis szerkezeti tömeg érdekében torony nélküli kialakítást alkalmaztak, fő fegyverzete – a 75 mm-es **ARES nagy kezdősebességű, automata páncéltörő ágyú** - így egy nyitott lövegálláson helyezkedett el. Habár a konstrukció számos speciális megoldást – nagy teljesítményű könnyű löveg,

illetve a légi szállításhoz az állítható magasság miatt hasznos hidropneumatikus felfüggesztés – alkalmaztak és védettsége, illetve mozgékonyasága is megfelelt a követelményeknek, tömege túlzottan magasnak bizonyult a hatékony légi szállításhoz. Csak prototípusa készült el.

A légiszállítható harckocsi program második tervezete a **HSTV(L)**, azaz a (High Survival Tentative Vehicle Light - nagy túlélőképességű könnyű kísérleti jármű) volt. A prototípus 1980-ban készült el. A nagy túlélőképesség a lapos, nagyon alacsony profilú szerkezeti kialakításból fakadt. A 20450 kg tömegű harckocsit alacsony sziluettű toronnyal láttak el. Háromfős személyzete félig fekvő helyzetben nyert elhelyezést. A testen és a tornyon egyaránt nagymértékben döntött páncélzat maximális vastagsága 75 mm volt. A toronyban - a HIMAG mintájára - egy 75 mm-es ARES típusú, nagy lövedékkezdősebességű löveggel szereltek fel. Erőforrása egy rendkívül kis tömegű és térfogatú, 650 LE teljesítményű Avro Lycoming **gázturbina** volt, amely lehetővé tette a 83 km/h sebességet úton. Hatótávolsága a gázturbina magas fajlagos fogyasztása következtében mindössze 160 km volt, ugyanakkor ez nem jelentett különösebb gondot a légideszantok támogatása során. Ennek a járműnek már minden paramétere megfelelt a követelményeknek, gyártására mégsem került sor, mivel a minden fő részegységében speciális kialakítású eszköz alacsony darabszámú előállítására rendkívül magas fajlagos költséggel járt volna. A HSTV(L) elemeit a program következő járművéhez használták fel.

A légiszállítható harckocsi program harmadik tervezeteként, 1983-1985 között az AAI Corporation fejlesztette ki az **AAI RDF/LT** (Rapid Defence Forces Light Tentative- gyorsreagálású erők könnyű harckocsija) típusjelzésű, a HSTV(L)-nél általánosabb rendeltetésű és kisebb költségű könnyű harckocsit. A 13200-15000 kg tömegű harckocsi legénysége 3 fő, meghajtásáról egy 300 LE teljesítményű hathengeres dízelmotor gondoskodott. A nagy mozgékonyaságú harckocsi sebessége 64 km/h, hatótávolsága 500 km volt. A jármű fő fegyverzete az ARES Corporation nagy kezdősebességű 75 mm-es automata lövege, vagy egy olcsóbb de nagyobb tömegű, hagyományos kialakítású 76 mm-es M32 löveg volt. Végül e típus gyártására sem került sor.

A nyolcvanas években az amerikai Cadillac Gage Textron fejlesztette ki a légiszállítható **Commando Stingray** könnyű harckocsit. Létrehozásakor egyértelmű szempont volt „a C-130 repülőgépen való szállíthatóság”[24/158.]. Ugyanakkor szándékaik szerint a harckocsi korlátozott mértékben általános feladatok ellátására is alkalmas, széles körben rendszeresíthető típus. Az első típusvariáns 1988-ban jelent meg, ezt 1996-ban modernizáltak. A 22,6 tonna tömeg a könnyűharckocsi kategóriát már kis mértékben meghaladja, ugyanakkor még lehetővé teszi a légi szállítást. A harckocsi erősen döntött kialakítású, rátétes, különösen **nagy szilárdságú titánötvözetű acél páncélzat** a könnyűharckocsi-kategóriát meghaladó, megnövelt védettséget biztosít a típusnak. Páncélzata 23 mm-es kaliberig minden irányból megóvja a löfegyverek tüzetől. Jellegzetes, elöl elvékonyodó tornyát egy brit gyártmányú, 105 mm-es alacsony hátrasiklású löveggel látták el. **Automata töltővel szerelték fel**, ennek következtében a legénység létszáma három fő. A málházott lőszerkészlet 44 db 105 mm-es lőszer. Egy párhuzamosított 7,62 mm-es géppuskával és egy 12,7 mm-es légvédelmi géppuskával is felszerelték. Az 535 LE teljesítményű dieselmotor 68 km/h maximális sebességet biztosít 520 km hatótáv mellett. A hagyományos kialakítású

Commando Stingray harckocsit számos kisebb katonai költségvetéssel bíró ország rendszeresítette, egyfajta alapharckocsiként. (A gyártó a harckocsi tornyát Cadillac Cage LAV-600 jelzéssel 6x6 kerékképletű kerekes alvázon is forgalmazza. A kerekes változat tömege mintegy 20%-kal kisebb, 18,5 tonna.) A Stingray következő sorozatát már a svájci RUAG 120 mm-es lövegével fogják gyártani, ezzel a tüzerő tekintetében a jelenleg rendszerben lévő NATO alapharckocsikkal egyenrangú eszközzé téve a típust.

Ugyanakkor a **FCS program** keretében – a HIMAG, a (HSTV(L), illetve a RDF/LT programok tapasztalatait felhasználva a fejlett műszaki megoldásokat felsorakoztató gázturbinás könnyű harcjárművek fejlesztése is tovább folytatódik, kerekes és lánctalpas változatban egyaránt. A 2003-ban indított program keretében létrehozott, tervezetten 16-20 tonna tömegű harcjárművek kiemelten kezelt paramétere a légi szállíthatóság [42]. A BAE Systems által jelenleg még csak kísérleti szinten megépített önjáró löveg, illetve lánctalpas és kerekes harcjármű páncélzata vegyes – kerámia, titánium, alumínium-lítium és műanyagalapú kompozit – kialakítású. Az FCS-T jelzésű lánctalpas változatok futómű-elemeinél kompozit anyagokat, az FCS-W jelzésű 8x8 kerékképletű kerekes változatok futóműveinél **elektronikusan vezérelt aktív felfüggesztést** (ECAS – Electronically Controlled Active Suspension) alkalmaznak. A kerekes harcjármű változatnál a hajtásláncot egyszerűsítő kerékagyban elhelyezett elektromotorokkal kísérleteznek. Az új harcjárművek meghajtásáról **dízel-elektromos**, illetve - a kerekes harcjármű esetében - **gázturbiná-elektromos hibrid rendszer** gondoskodik. Utóbbi esetben sikeresen küszöbölhető ki a gázturбина részterheléseken adódó kedvezőtlen fajlagos fogyasztása, miközben a hajtáslánc összegzett tömege és térfogata kedvezően alacsony marad. A hibrid meghajtás-rendszereknek két figyelemre méltó, korlátozott ideig igénybe vehető üzemállapota van. Az egyik eset az, amikor a 400 LE teljesítményű belsőégésű hűerőgép és a lítium akkumulátorok együttes kimenő teljesítménye a hűerőgépénél 40%-kal magasabb, mintegy 560 LE. A másik üzemállapot a tisztán elektromos működés, amikor a harcjárműnek nincs mérhető infra kibocsátása. Emellett további jelentős előnyökkel is számolhatnak a tervezők. A 300 kW elektromos energia előállítására képes hibrid hajtáslánc nagy lehetőségeket rejt magában az olyan elektromos rendszerekkel támogatott működésű tüzérségi eszközök fejlesztése területén, mint az **elektrotermikus-kémiai lövegek** (Electrothermal-Chemical Gun System). Az ilyen lövegeknél a kémiai égésfolyamatot elektromos energia bevezetésével tökéletesítik és átalakítják, ami a tisztán kémiai elven működő lövegekhez képest a lövedék torkolati energiájának 25-100%-os növekedését eredményezheti. (Számos további műszaki megoldást alkalmaznak a hagyományos lövegek elektromos támogatására.) Az elektro-kémiai lövegfejlesztések a nyolcvanas évek közepe óta folynak. A hibridhajtású harcjármű-program lezárását legkésőbb 2016-ra tervezik.

4.4. Leszerelhető páncélzat-garnitúrákkal és osztható páncéltesttel készült harcjárművek

Az **M8 Ridgeway könnyű harckocsi**, más megnevezéssel **AGS** (Armoured Gun System - páncélozott lövegrenszer) harcjármű az RDF koncepció-jármű továbbfejlesztése volt. Az United Defense által a kilencvenes évek elejétől fejlesztett prototípus 1995-ben készült el, amelyet azóta további három darab

legyártása követett. Ekkorra a légideszantcsapatok rendszeresített könnyűharckocsiját kivonták a rendszerből, így „az M8-ast...az M551 Sheridan felváltására...fejlesztették ki”[9/185.]. A jármű legénysége 3 fő. Az 580 LE teljesítményű turbófeltöltésű dízelmotorral úton 72 km/h maximális sebességre képes, hatótávolsága 450-480 km. Fő fegyverzete a percnként 12 lövés tűzgyorsaságot biztosító, **automata töltőberendezéssel** támogatott 105 mm-es M35 löveg. Az **alumínium alap-páncélnézeti** harcjármű súlyát a különböző **külön felszerelhető páncélgarnitúrák és reaktív páncélnézeti** alkalmazásával 19414 kg és 23590 kg tömeg között háromféle védettségi szinten lehet beállítani. A páncélgarnitúrákat külön repülő eszközön szállítva a tömeget alacsony szinten tarthatják, így az M8 a C-130 Hercules szállító repülőgéppel légiszállítható maradt. Habár sorozatgyártására nem került sor, a szakirodalom napjainkban is potenciálisan rendszeresíthető légiszállítású harcjárműnek tekinti. Továbbfejlesztése 120 mm-es löveg beépítésére irányul, ám ebben az esetben tömege legkevesebb 25 tonnára növekszik. Ugyanakkor az, hogy csak leszerelt páncélgarnitúrákkal és reaktív páncélnézettel éri el a légi szállíthatóság határát és így két repülőgépet igényel, mindenképpen bonyolulttá teszi ennek az eszköznek az alkalmazását. (Az Airbus A400M típuson alapuló európai légiszállítható harcjármű-konstrukciók fejlesztése is ebbe az irányba fejlődik, hiszen két, kiegészítő páncélnézeti nélküli német Puma lövészpáncélos és a leszerelt páncélgarnitúrák szállítását három repülőgépen tervezik megoldani.)

A két repülőgépen, két részletben szállított harcjármű akár a fejlődés egyik iránya is lehet, ahol alapvető kérdés a rendszer leszállást követő összeszerelésének idő- és munkai igénye. Ez úgy is csökkenhet, ha nem páncél-garnitúrákat, hanem teljes részegységeket választanak le. (Egyszerű második világháborús példa erre az amerikai M22 Locust könnyűharckocsi légiszállítása leválasztott toronnyal.) A páncélozott harcjárművek légi szállíthatóságát nagymértékben elősegítheti a **kapcsolt (csuklós) szerkezetű**, szállításkor szétkapcsolható, **osztható járműkonstrukciók** elterjedése [9/164., 14/44-45., 28/929.]. „E járművek oszthatósága légi szállításukat is megkönnyíti” [5/93.]. Erre példa a svéd Hagglunds által kifejlesztett **UDES XX–20 kísérleti könnyűharckocsi** (páncélnézeti) [33/13.]. Kialakításánál tervezői több, merőben új műszaki megoldást alkalmaztak. A legfontosabb a harckocsi **csuklós kialakítása**. Az új koncepció lényege az önálló járműrészek egymáshoz viszonyított mozgathatósága. A 25 tonna tömegű jármű mellső része 14 tonna, míg csuklókkal rögzített hátsó része 11 tonna. A mellső és a hátsó rész a csuklók mellett két hidraulika-munkahengerrel van összekötve, a hajtást kardán adja át. Az első részben kap helyet a fegyverzet és a három fős személyzet, a hátsó rész a hajtóművet, a tüzelőanyag-tartályt, a löszert és az automata töltőberendezést foglalja magába. „A két járműrész néhány perc alatt szétválasztható egymástól, ami légi szállítás esetén fontos szempont”[33/14.]. A jármű kormányzása mikroprocesszorokkal vezérelt hidraulikusan működtetett csuklóval történik úgy, hogy a két járműrész kanyarban egymással szöveget zár be, így a harckocsi fordulókörre radikálisan csökkenthető. Az osztott kialakítású páncélos talajnyomása megközelítőleg a fele egy szokványos harckocsiénak, 600 LE teljesítményű motorja 70 km/h sebességre teszi képessé. Emellett a csuklós összekötés flexibilitása is rendkívül kedvezően befolyásolja a jármű terepjáró-

képességét, árokáthidaló tulajdonságát. Fő fegyverzete 120 mm-es űrméretű Rheinmetall simacsövű löveg, amelyre egy, az eredeti visszaható erőt a felére csökkentő csőszájféket szereltek. A löveg ugyan 360°-ban körbe forgatható, de a jármű kis tömege miatt oldalirányba csak kényszerhelyzetben lehet lövést leadni. A löveg tűzgyorsasága 8 lövés percenként. A jármű alvázára családélven következőként tervezett típus egy lövészpáncélos, majd egy 155 mm-es páncélozott tarack. Egyelőre azonban csak az XX-20 prototípusa készült el. A koncepció maximálisan megalapozott, hiszen az osztott harcjármű elvén működő **BV 206 szállító- illetve könnyű páncélozott jármű-családot** a Hagglund már egy évtizede sikerrel gyártja és nagy mennyiségben forgalmazza. Ezek a 4,5-7 tonna tömegű, kétrészes, csuklósan összekötött kapcsolt járműveket változattól függően 190-260 LE-s dízelmotor hajtja maximálisan 50 km/h sebességgel, 300-370 km-es hatótávolságon. Az 1600-2200 kg hasznos teher szállítására alkalmas járművet, géppuskával felszerelt 17 fő kapacitású csapatszállító, illetve aknavető-hordozó, 90 mm-es HSN löveghordozó, páncéltörő-rakétahordozó és 206S jelzéssel könnyű páncélozott jármű változatban üzemeltetik. A jármű két fő részét egy-egy helikopteren külön-külön is a leszállózónába szállíthatják. Ugyanakkor nemcsak lánctalpas, de a könnyebb szerkezetet biztosító kerekes kategóriában is létrehozható légiszállítható osztható harcjármű. Ilyen eszköz az amerikai **Lockheed XM-808 Twister** négytengelyes 9 tonna tömegű, gépágyú-főfegyverzettel szerelt harcjárműve, amelynek 440 LE teljesítményű motorja 105 km sebesség elérését teszi lehetővé [35/164.].

4.5. Kis tömegű kerekes harcjármű nagy teljesítményű harckocsi-ágyúval

Gyökeresen más konstrukciós elvek alkalmazásával is megvalósítható a légi szállíthatósághoz szükséges kis tömeg úgy, hogy eközben a tüzérő az alapharckocsikéhoz mért szintre emelhető. Ilyen értelemben figyelemre méltó a **kerekes harcjárművek** fejlődése. Az olasz **Centauro páncélvadászt** kimondottan a gyorsreagálású erők támogatása céljából építette az OTO Melara cég. Az eddig 105 mm-es löveggel gyártott 8x8 kerékképletű harcjármű újabb változatát 120 mm-es L/45 kaliberhosszúságú Rheinmetall simacsövű löveggel szerelték fel. Tömege 24 tonna, rátétpáncélzattal 28 tonnáig növelhető [31/66.]. A löveg beépíthetősége érdekében harcjárművet a harckocsikéhoz hasonló méretű toronnyal szerelték fel. Védettsége a könnyű harckocsikével közel azonos szintű, így szemből a 30 mm-es gépágyúlőszernek is ellenáll. A nagy tüzerejű löveget úgy sikerült beépíteni a jármű tornyába, hogy **a löveget** - különböző új technológiák alkalmazásával - 700 kg-al **könnyítették**, illetve reaktív csőszájféket alkalmaztak. A löveghez 40 db lőszeret visz magával a harcjármű alapváltozata, míg 4 fő lövész-deszant szállítása esetén csak 16-ot. A két 7,62 mm-es géppuskához 1100 lőszer tárazható. A **hidropneumatikus rugózású** harcjármű mozgékonyságát egy 520 LE teljesítményű turbodiesel motor biztosítja, így közúton 105 km/h sebességre képes 800 km hatótávolság mellett. Az oldalirányú, menet közbeni tüzelés lehetőségeinek javítása érdekében egy elektronikus stabilizáló rendszert fejlesztenek. Ez a löveg tűzkiváltásának pillanatában a megfelelő mértékben korrigálja a hidropneumatikus rugózású futómű karakterisztikáját. Az eszköz C-130 típusú repülőgéppel légiszállítható [41].

Az ilyen nagy tűzerejű, magas technológiai színvonalú, viszonylag könnyű eszközök jelentősen növelik a légideszant alakulatok alkalmazási lehetőségeit. Ennél a járműnél a kis tömeg érdekében nem alkalmaztak speciális műszaki megoldásokat – alumínium páncélzatot vagy kisebb tömegű erőforrás-típus – mindössze a kerekes járművek e kategóriában eleve alacsonyabb fajlagos tömegére hagyatkozva értek el kis szerkezeti tömeget. A harcjármű viszonylag szerény acélpáncélzata a jelenlegi technikai körülmények között viszonylag kis tömegnövekedés mellett fejleszthető olyan rendszerekkel, mint a harcjármű-páncélt szinte csak saját hatásuk ellen védő elemként alkalmazó, már az űrméret alatti lövedékek ellen is hatékony korszerű *harmadik generációs reaktív páncél-rendszerek* [38]. Hasonlóképpen viszonylag kis, mindössze 400 kg tömegnövekedéssel jár az olyan komplex védelemet biztosító *aktív védelmi rendszerek* felszerelése, mint a könnyű harcjárművek számára kifejlesztett, lokátorból, irányítómodulból és mozgatható ellentöltet-silóból álló német **Diehl AWISS** [38/30.]. Az aktív védelmi rendszerek és reaktív páncélzatok rövid időre a harcokocsikéval közel azonos védelemet biztosítanak a könnyű harcjárműnek. Összességében tehát a kisebb vastagságú hagyományos páncélzat és korszerű aktív, illetve reaktív védelmi rendszerek kombinációja is lehet a könnyű légi szállítható harcjárművek fejlesztésének egyik iránya.

4.6. Gyökeresen új szerkezeti anyagok alkalmazásával létrehozott könnyű harcjárművek

Gyökeresen más szerkezeti anyagok megválasztása is eredményre vezethet a légi szállítható konstrukciók kialakításakor. Ilyen új szerkezeti anyagcsoport napjainkban a különféle **kompozit anyagok**. Jelenleg főként a brit harckocsi fejlesztésben tapasztalható a kompozit anyagok felé fordulás. 1987-ben még Vickers VFM-5 hegesztett acélrátétes alumínium páncélzatú könnyű harckocsival folytatott kísérleteket brit hadsereg a légideszantcsapatok harcjármű-támogatásának megteremtése céljából [9/248.]. Habár a C-130 repülőgépről ejtőernyővel dobható 20 tonnás, 105 mm űrméretű löveggel szerelt harcjármű minden tekintetben megfelelt a követelményeknek, gyártására mégsem került sor. A kutatás inkább a kompozit páncélzatú harcjárművek létrehozása felé fordult, a fokozott védelem megteremtése érdekében. Ennek során - légi szállítható harcjármű előállítására céljából elsőként - a brit Vickers Defence Systems hozta létre **Vickers ACAVP** (Advanced Composite Armoured Vehicle Platform – kompozit páncélozott harcjármű) megnevezésű műanyag alapú prototípusát [9/43.]. Az alkalmazott kompozitpáncél-technológiát a hajógyártásból vették át. A harcjármű méretét és harcászati paramétereit – köztük a fő fegyverzetként toronyban elhelyezett gépágyút - tekintve az M2 Bradley lövészpáncéloshoz hasonló. (Egyes szakértők szerint a klasszikus könnyűharckocsi feladatait napjainkban az olyan önálló toronnyal és fő fegyverzettel felszerelt, illetve jelentős védelemmel rendelkező lövészpáncélosok vehetik át, mint a Bradley.) Amíg azonban a Bradley tömege 30,5-33 tonna közötti érték, addig az azonos védelem-értékekkel rendelkező Vickers ACAVP tömege a kompozitanyagok alkalmazásának köszönhetően 24 tonna, ami lehetővé teszi a C-130 típusal végzett légi szállítást. Ez az acélpáncél tömegéhez képest 30%-os tömegcsökkenést jelent,

lehetővé téve a légi szállítást. A toronynál üvegszál erősítésű fenolgyantát, míg a járműtesten üvegszál erősítésű epoxigyantát és alumínium-oxid alapú páncélzatok szendvicsszerkezetét, illetve üvegszál erősítésű polifenilén-szulfidot alkalmaztak. A fejlesztés során távolabbi célként a tömeg további csökkentését tűzték ki 18 tonnáig.

Nem kizárt, hogy a közeljövőben a Vickers ACAVP lehet a leginkább alkalmas légideszant harckocsi. Látszólag ez ellen szól, hogy a típus nem rendelkezik harckocsik elleni harc megvívására alkalmas löveggel, és éppen így érte el a légi szállítás szempontjából kívánatosan alacsony harci tömeget. Ezt a képességet valamilyen formában mindenképpen meg kell teremteni. A korábban e célból létrehozott M551 Sheridan - hagyományos lőszer és páncéltörő rakéta kilövésére-indítására egyaránt alkalmas - kombinált löveg folyamatosan technikai problémákkal küszködött és végső soron nem vált be. Már a szerkezeti példaként szolgáló M2 Bradley géppágyú-fegyverzetét is kiegészítették páncéltörő rakétákkal. Egyfajta lövészpáncélos alapú rakétás páncélvadász létrehozására törekedve a kilencvenes években kifejlesztették a M220TOW **páncéltörő rakéták védett tárazására és indítására alkalmas M27 páncéltornyot**, amely – a jövőben vélhetőleg nagy teljesítményű géppágyúfegyverzettel kiegészítve – többé-kevésbé sikerrel veheti át a Sheridan kombinált fegyverrendszerének szerepét. (Kombinált fegyverzete miatt figyelemre méltó az orosz BMD-3 légideszant harcjármű, amelynél egy 30 mm-es géppágyú, öt páncéltörő rakéta, egy 30 mm-es automata gránátvető, egy párhuzamosított géppuska és egy golyószóró fedi le az összes lehetséges cél elleni hatékony tűz kiváltásának lehetőségét [8/35.].) Napjaink könnyűharcjármű-fejlődési tendenciái alapján a korszerű géppágyúval fő fegyverzetként lehet számolni, amelynek képességeit egyéb fegyverzeti elemekkel – páncéltörő rakétával és gránátvetővel – egészítik ki. A jelenleg alkalmazott 25-30 mm közötti géppágyúkat a közeljövőben felváltják a fejlesztés alatt álló, illetve részben már rendszeresített (Bofors L/60, L/70) **40 mm-es géppágyúk**, amelyek az előző generáció páncélatütő-képességének három-négyszeresét (500 méteren 60°-os becsapódási szög mellett 100 mm páncélatütés) képesek teljesíteni, emellett már számításba vehető repeszromboló hatással is bírnak [19]. A 40 mm-es űrméret előnye, hogy ennél a méretnél már alkalmazható a légvédelmi alkalmazást elősegítő elektronikus gyújtó, hátránya hogy szelektív lőszerellátást igényel, ami megköveteli a korszerű töltőrendszer kifejlesztését. Ugyanakkor a jelenleginél nagyobb űrméretű géppágyú-fegyverzet rendszeresítése – a konstrukció érintetlenül hagyása mellett – egyértelműen a szerkezeti tömeg növekedését eredményezi. Ezért a légi szállítású harcjárműveknél (Wiesel) a fejlesztés a géppágyú tömegének és visszaható erejének csökkentése irányába halad, aminek eredményeképpen 2006-ban a Mauser létrehozott egy **hátrasiklás nélküli forgótáras géppágyúrendszert** (RMK-30). A forgódobos töltényúrral ellátott géppágyúnál a lőszeradagató és a zárszerkezet működtetése elektromos meghajtású, elektronikusan vezérelt. A fegyverhez a 30x230 mm méretű lőszer alkalmaznak, de létezik 35x300 mm-es lőszerrel működő változat is. A lőszer hüvely nélküli préselt kivitelű, indukciós (elektromos) gyújtású, eléggő hüvelyű. A páncéltörő-romboló, repeszromboló, illetve páncéltörő-gyújtó lőszeret eltérő vonalkódokkal jelölik, így a kezelő az automatikus rendszerrel, távirányítással választja ki őket, a cél

jellegének megfelelően. A harcjárműbe épített lövegek másik alternatívája lehet a korszerű aknavető. Az aknavetők vonatkozásában „a fejlesztések manapság az aknavetők páncéltoronyba való beépítésére összpontosulnak...a **páncéltoronyba épített aknavetők** többsége képes lapos röppályával – tehát közvetlen irányzással – pusztítani a célokat, és **többcélú fegyvertípusnak** számít...így az aknavetők tevékenyen részt vehetnek páncélozott célok elleni harcban” [37/3-5.]. Az aknavető-lőszerek fejlődése eredményeképpen jelentősen nőtt az aknavetők lőtávolsága és páncélozott célok elleni képessége. Rakétapóthajtású 120 mm-es aknavető-lőszerekkel a lőtávolság 13 km-re, a hagyományos tarackok szintjéig növelhető. A páncélozott célok hatékony leküzdése érdekében a svéd Bofors és a Saab cég a célterületet letapogató kumulatív harci fejű lőszert fejlesztett ki közösen, a kilencvenes évek elején. (Légideszantok céljaira harcjármű tornyába épített 120 mm-es aknavetőre jó példa az orosz 2Sz9 (SO-120) típus.) A fegyverrendszerek fejlődése tehát lehetővé teszi a nagy tűzerővel rendelkező, ugyanakkor kis tömegű légiszállítású harcjárművek létrehozását.

ÖSSZEGZÉS ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

Összességében az alábbi következtetések vonhatók le a STOL-képességekkel rendelkező közepes szállító repülőgép létrehozása érdekében folytatott szovjet, amerikai és japán programokkal kapcsolatban:

- A fejlesztési programok során összességében a kitűzött 20-30 tonnás hasznos terhelhetőség célkitűzésnek csak a felét-harmadát érték el, így a harcjárművek deszantolására irányuló törekvés a STOL kategóriában ezidáig meghiúsult.
- E programok csak az Antonov An-72 esetében vezettek egyértelmű eredményre, azonban mindössze a könnyű szállítórepülőgép kategóriában.
- A 20 tonnás terhelhetőségű **An-12 és C-130** többfeladatú közepes szállító típusok **leváltása alkalmas** 20-30 tonna hasznos terhelhetőségű harcászati STOL szállító repülőgép napjainkig **még nem született meg.**
- Amíg ez a generációváltás nem jön létre és az új típusú STOL közepes szállító repülőgépek nem terjednek el, addig a nem repülőtérré kitett légideszantok megerősítő lépcsője – köztük a nehéz haditechnikai eszközök - nem a leszálló módszerrel, hanem a kisebb tömeg földre juttatását lehetővé tevő kis magasságú **ejtőernyős ledobás (LAPES) módszerével** kerül kijuttatásra, **amire viszont a C-130 típus is alkalmas, mintegy tíz-tizenöt évig.**
- csak a **kompozit szerkezeti anyagok széleskörű alkalmazása** okozhat olyan szerkezetitömegcsökkenést a közepes harcászati szállítórepülőgépeknél, ami a STOL technológia alkalmazása során lehetővé teszi a 20-30 tonnás teherbírású repülőgépek 400 méteres leszállópályáról történő üzemeltetését. A kompozitok széles körű alkalmazása a konvertiplánok hasznos terhelhetősége vonatkozásában is jelentős változásokat okozhat.

A légi szállítható harc- és gépjárművek fejlődése területén az alábbi következtetések vonhatók le:

- könnyű légi gépesítés területén egyenletes fejlődés tapasztalható, amelynek eredményeképpen a különféle **könnyű rohamjárművek**, illetve újabban a kereskedelmi forgalomban széles körben elérhető **quadok** nagy típusválasztéka áll rendelkezésre. **Könnyű kétszemélyes quadok ejtőernyős ledobásával hatékonyan gépesíthető a különleges műveleti tevékenység.** Rohamjárműveknél a kevlar kiegészítő páncélzatok által biztosított védetség jól kiegészítheti a járművek nagyfokú mozgékonyágát és jelentős tűzerejét. A speciális könnyű szállító terepjáró járműveknél a kompozit alváz és a hidraulikus meghajtás lehetővé teszi a szerkezet drasztikus egyszerűsítését és a fajlagos tömeg további csökkentését.
- A könnyű légi gépesítés keretében a hagyományos, általános rendeltetésű **terepjáró gépjárművek** hatékony **helikopteres** légi szállítása továbbra is lehetséges, de az újonnan megjelenő, **azonos tömeg szállítására-vontatására képes könnyűszerkezetű gépjárművekhez képest nagyobb fajlagos szerkezeti tömegük miatt nem minden esetben célszerű.**
- A légi szállítható páncélozott harcjárművek vonatkozásában **többféle**, egymástól jelentős mértékben **eltérő megoldás** – kompozit, kapcsolt, illetve rátétpáncélt és hibrid hajtású harcjármű - született. **Jelenleg még nem megállapítható**, hogy ezek valamelyike önállóan jelenti a fejlődés jövőbeni útját, vagy a megoldások kombinálása vezet majd eredményre.
- Feltételezhető, hogy hosszú távon, tizenöt-húsz év múlva vélhetőleg a gázturbinás-elektromos hibrid hajtásláncú, kompozit páncélzatú, elektrokémiai löveggel szerelt harcjárművek terjednek majd el, középtávon viszont ilyen típusú eszközökkel még nem, vagy csak kis mennyiségben számolhatunk.
- A napjainkban rendszeresített alapharcokocsikkal szemben legalább rövid ideig hatékony harctevékenység kifejtésére képes **légiszállítható** – 20 tonna, illetve osztott harcjárműnél 40 tonna tömeg alatti – **sorozatgyártású harcokcsi**, az amerikai fejlesztésben nyomon követhető konzekvens törekvés és jelentős erőfeszítések ellenére, **napjainkig nem született**, a kísérleti programokat nem követte gyártás. (Bizonyos szempontból **kivételt** jelenthet az M8 Ridgeway páncélozott lövegrendszer, a Centauro páncélvadász, illetve a Commando Stingray könnyűharcokcsi, amelyek korlátozott mértékben megfelelnek a követelményeknek és kis számban gyártásba is kerültek.) Áttörést a szerkezeti tömeget jelentősen csökkentő kompozitok alkalmazása hozhat a légiszállítható harcjárművek fejlesztése területén.

Összességében a légi gépesítés szempontjából alapvető fontosságú két haditechnikai terület – a STOL képességekkel rendelkező harcászati szállító repülőgépek és a légiszállítható harc- és gépjárművek – fejlesztésének együttes vizsgálata alapján elmondható, hogy ez a hetvenes évektől zajló, számos esetben elakadt folyamat napjainkban új lendületet kapott, ami főként a kompozitanyagok dinamikus elterjedésének tulajdonítható. Ugyanakkor konkrét eredmények mindkét területen csak hosszú távon jelentkezhetnek. Ennek következtében középtávon továbbra is az ejtőernyős technikával kijuttatott, maximum 16 tonna tömegű felderítő harcjárművek deszantolása jelentheti a lehetőséget a légideszantok gépesített támogatásának megteremtésére.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] AJACS Load US Begins (Another) Next-Gen Tactical Transport Project (defense procurement, military acquisition, defence purchasing).htm
- [2] BALOGI – PÓSCH – SARKADY – SÁRHIDAI: Katonai gépjárművek. Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest, 1990.
- [3] BATCHELOR, John – LOVE, Malcolm: A repülés enciklopédiája 1945-2005. Gabo kiadó, Bp., 2006.
- [4] BOMBAY – GYARMATI – TURCSÁNYI: Harckocsik 1916-tól napjainkig, Zrínyi, Budapest, 1999.
- [5] DAMÓ László (főszerk.): Katonai Lexikon. Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest, 1985.
- [6] DREBING, H. P.: Luftmechanisierung. Wehrtechnik, 1987. 3. sz.
- [7] Expeditionary Engineer Mission Force. Engineer, 2005. Április-Június, 5-10. o.
- [8] FARKAS Tibor: Szovjet légideszantlővegek III. rész. Haditechnika, 2007. évi 6. sz.
- [9] FORTY, George: Tankok világciklopédiája. Athenaeum, Budapest, 2005.
- [10] FOWLER, Will: A világ elit alakulatainak fegyverzete és felszerelése. Gold Book Kft, Debrecen, 2007.
- [11] FRANZ W. P.: Airmechanization, the next generation. Military Review, 1992. évi 2. sz.
- [12] GÁL Csaba: Repülés földközélen. Haditechnika, 1990. 2. sz.
- [13] GRANGE – LIEBERT – JARNOT: Airmechanization. Military Review, 2001. 07-08.
- [14] GRANGE – WASS – LIEBERT – JARNOT – HUBER – SPARKS: Air-Mech-Strike. Asymmetric Maneuver Warfare for the 21st Century. Turner Publishing Company, Paducah, 2002.
- [15] GROEHLER, Olaf: A légiháborúk története, Zrínyi, Budapest, 1983.
- [16] HORVÁTH Tibor – PADÁNYI József: Műszaki eszközök a béketámogató műveletekben, és a fejlesztés lehetőségei II. rész. Katonai Logisztika, 2007. évi 1. sz.
- [17] http://WWW.strongparachutes.com/Pages/mil_veh_RHINO_chute.htm.
- [18] Kompozit anyagok a repülésben. Haditechnika, 1980. 1. sz.
- [19] KOVÁCS Gyula: A BMP gyalogsági harcjármű fegyverzetének perspektívái: 30 vagy 40 mm-es gépágyú kerüljön rendszerítésre? Haditechnika, 2002. évi 4. sz.
- [20] LÁSZLÓ András: Az Amerikai Egyesült Államok rohamjárművei. Haditechnika, 2003. évi 4. sz.
- [21] LIPPAI Péter: ATF-2 Dingo teljes védelemmel rendelkező katonai szállítójármű. Haditechnika, 2004. 6. sz.
- [22] LIST Gábor: Könnyű gyalogsági jármű különleges műveletekre. Haditechnika, 2006. évi 5. sz.
- [23] MAREK, Reinhard: Ejtőernyős páncélhárító zászlóalj. Truppenpraxis, 1992. évi 6. sz.
- [24] MILLER, David: Korszerű harckocsik és harcjárművek. Kossuth, Budapest, 1994.
- [25] NATO szakkifejezések és meghatározások szógyűjteménye 2000. AAP-6 (V) Kiadta a HVK Haderőtervezési Csoportfőnökség, Budapest; 2000.
- [26] ÓVÁRI Gyula: A légijárművek gazdaságosságát és manőverezőképességét javító sárkányszerkezeti megoldások. Jegyzet, MN KGYRMF, 1990.
- [27] OWEN, R. C. – FOGG, T. A.: Air Mobility Command and the Objective Force: A Case for Cooperativ Revolution. Military Review, 2001. 1. sz.
- [28] POLINSZKY Károly (szerk): Műszaki Lexikon. Negyedik, kiegészítő kötet, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1978.
- [29] RAVNITZKY, M. J.: Az ejtőernyőanyag megújulása. American Institute of Aeronautics and Astronautics, 89-0909CPJ
- [30] RESPERGER István: Az „Iraki Szabadság Hadművelet” 2003. ZMNE Nemzetközi és Biztonsági Tanulmányok Tanszék. Budapest, 2003.
- [31] SÁRHIDAI Gyula: Az Ariete és Centauro harcjárművek Magyarországon. Haditechnika, 1999. évi 4. sz.
- [32] SCHARRER János. A deszant-rohamalegységek harca. Honvédelem XXXVIII. évf. 1987. 12. sz.
- [33] SCHMIDT László: UDES XX–20 svéd vadászpáncélos. Haditechnika, 1983. évi 2. sz.
- [33] SIMPKIN, Richard E.: An Airmechanized Force for the 90's. Armor, July-August, 1981.
- [34] SZENTESI György: Katonai repülőgépek és helikopterek. Zrínyi Könyvkiadó, Budapest, 1987.
- [35] SZKACSKO – SZERGEJEV – BELONOVSKIJ – SISKIN – MARJUTYIN – VASZILIJEV: Harckocsik és harcocsicsapatok. Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest, 1982.
- [36] Tájékoztató a külföldi repülési folyóiratokban megjelent fontosabb cikkekről. MH ÖLTP, Budapest, 2004. 2. sz.
- [37] TAKÁCS Tamás: Aknvető, a XXI. század tüzégyvere. Haditechnika, 1997. évi 4. sz.
- [38] TÓTH Gergely: Harcjárművek reaktív páncélzatai és aktív védelme I-II. rész. Haditechnika, 2005. 2-3. sz.
- [39] TURCSÁNYI Károly – WARTMANN György: A francia könnyűfegyverzetű harcjármű (VBL) műszaki megoldásai és katonai értékelése. Haditechnika, 2004. évi 1. sz.
- [40] VASS Balázs: Repülőgépek, helikopterek, rakéták. Műszaki Könyvkiadó, 1982. Budapest, 86. o.
- [41] www.janes.com/defence/land_forces/supplement/lav/lav_centauro.shtml.
- [42] www.uniteddefense.com/prod/alphabet.htm