

Károly Krisztián, Mikó Gyula

KIS MAGASSÁGÚ BALLONOK HONVÉDELMI ALKALMAZÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A MAGYAR HONVÉDSÉG TÁVKÖZLÉSI IGÉNYEINEK TÁMOGATÁSÁRA

Napjainkban a ballonok katonai alkalmazása reneszánszát éli. Az iraki és afganisztáni hadszíntereken egyaránt megtalálhatóak voltak a megfigyelő és átjátszó pontként telepített léghajók. A földrajzilag tagolt, nagy kiterjedésű, illetve elzárt területek összekapcsolására egyre nagyobb igény jelentkezik, így a magas költségekkel járó műholdas kommunikáció mellett célszerű minden más alternatív platformot megvizsgálni. Kutatásunkban a kis magasságú kötött ballonok honi alkalmazási lehetőségeire fókuszálunk. Megvizsgáljuk ezen platformok megfigyelőpontként és kommunikációs átjátszó állomásként történő alkalmazási lehetőségét. A nemzetközi kitekintés mellett kiemeljük a honi alkalmazás perspektíváit is.

Kulcsszavak: ballon, kis magasságú platform, nagy magasságú platform, kommunikációs átjátszó, rádió

BEVEZETÉS

Napjaink katonai műveleteiben elengedhetetlen a saját híradó-informatikai rendszerek redundáns szervezése annak érdekében, hogy információs rendszereink túlélőképességét növeljük. Ennek módja a különböző platformok egyidejű, egymástól elkülönített alkalmazása, például: mikrohullámú-, optikai gerinchálózat, műholdas- és bérelt vonalak alkalmazása, esetlegesen internetes VPN¹-ek használata.

A mikrohullámú és optikai gerinchálózatok nagy sávzélességet biztosítanak költséghatékony módon, ugyanakkor érzékenyek a környezeti katasztrófákra, és az ellenség is aránylag könnyen pusztíthatja őket. Magyarországon katasztrófavédelmi szempontból az ár-, és belvizek általi elöntéseknek, illetve a szupercellákból lezúduló hirtelen nagy mennyiségű esőnek, villámlásoknak van a legnagyobb esélye. Ezen károk következtében, többek között sérülhet a mikrohullámú adótornyok áramellátása is, leszakadhatnak a felsővezetékek, az áramellátás infrastruktúráját előltheti a víz. Vagyonbiztonsági szempontból további kockázat a felsővezeték lopásból eredő károk. Harci cselekmények során a mikrohullámú adótornyok az ellenség, illetve terroristák számára kiváló célpontok (jól azonosítható, állandó telepítésű, könnyen felismerhető objektumok), illetve a harcoló csapatoknak ideális tájékozódási pontok, ezért pusztításuk szintén kényszerű. A több száz kilométeren át futó optikai vonalak könnyen válhatnak terroristák célpontjaivá. A fontos transzport-hálózati vonalak átvágásával jelentős kieséseket okozhatnak. Az internetes VPN-ek, bérelt vonalak mobilhálózati úton, vagy a már említett mikrohullámú, esetleg optikai vonalakon épülnek ki, ezek esetleg még inkább kitettek a veszélynek a magasabb információbiztonsági kockázat miatt. Ezen sebezhetőségi kockázatot jól kompenzálják a műholdas összeköttetési módok, melyeknek hátránya a komoly fenntartási költségek.

¹ Virtual Private Network – Virtuális Magánhálózat

Korunk egyik legnagyobb információtechnológiai kihívása a földrajzilag tagolt nagy kiterjedésű, illetve elzárt területek közötti információs összeköttetések megvalósítása, ahol nagy területen oszlik el kisszámú felhasználó. Ezen felhasználókat a népszerű cellás, illetve vezetékes megoldásokkal összekapcsolni rendkívül költséges lenne, hiszen a hálózat bővítésének megtérülése a kisszámú felhasználó miatt kérdéses, továbbá a műholdas terminálok, vonalak fenntartása, bérlete hasonlóan aránytalanul magas költségeket emésztene fel.

Köztes megoldást jelenthetnek a ballonok, melyek távközlési átjátszóállomásként alkalmazva a kiesett adótornyokat, műholdakat bizonyos körülmények között helyettesíthetik, esetlegesen kiválthatják.

Az általunk vizsgált ballonok hasonlóan érzékenyek a szélsőséges időjárási viszonyokra, azonban a katasztrófák, vagy harci cselekmények következményeként rombolt infrastruktúrájú területeken – könnyű telepíthetőségük, és alacsonyabb költségvonzatuk révén – az újjászervezett távközlési vonalak első hordozói lehetnek.

Jelen esszé részben egy korábbi kutatómunka aktualizálása [1], amely azért vált időszerűvé, mert a korábban feltárt területeken szignifikáns változás állt be.

Kutatási célunk meghatározni azon technikai architektúrák körét, amelyek sikerrel alkalmazhatók katonai kommunikációs célokra, valamint javaslatot tenni egyes fejlesztési irányokra, továbbá behatárolni a felhasználás korlátait. Kutatásunknak nem része a ballonokon alkalmazott felderítő eszközrendszer (kamerák, szenzorok, lokátorok) elemzése.

A VIZSGÁLT PILÓTA NÉLKÜLI LÉGI ESZKÖZÖK MEGHATÁROZÁSA

A dolgozatban tárgyalt, összehasonlítás alapjául szolgáló eszközöket, célszerű pontosan definiálni. Általánosan elfogadható az a tény, hogy kommunikációs átjátszási célokra az ad-hoc módon telepíthető, légi hordozó platform megoldások közül a legkézenfekvőbb pilóta nélküli légi jármű rendszereket (UAS²) alkalmazni [2] a személyzettel rendelkező rendszerekkel szemben, mert így lényegesen megnyújtható a levegőben töltött órák száma, relatíve alacsony költségek mellett.

Pilóta nélküli helikopterek, azok a speciális fajtái a légi járműveknek, amelyek forgó szárnyaik révén képezik azt a felhajtóerőt, amellyel a magasba emelkednek. Képesek vertikális fel-, és leszállásra, jól manőverezhetőek. Irányításuk távvezérléssel, vagy automatika révén valósul meg. Napjainkban a széles körben elterjedt pilóta nélküli polgári, illetve katonai elektromos multirotoros repülő eszközök kis súlyuk és alacsony teherbíró képességük miatt, nem alkalmazhatók kommunikációs átjátszóként, mert az átjátszó állomások súlya a több tíz kilogrammot is elérheti [2]. Megítélésünk szerint az alkalmazás elsődleges korlátja, hogy az akkumulátorok kapacitása elégtelen a hosszabb repülési idő biztosításához.

Pilóta nélküli merevszárnyú repülőgépek alatt értjük azon eszközöket, melyek szárnya fix (esetlegesen több állású), és hajtóművük tolóereje következtében szárnyaikon felhajtó erő képződik,

²Unmanned Aerial System – Pilóta nélküli légi jármű rendszer

így emelkednek a magasba. Jó manőverező képesek, irányításuk távvezérléssel, vagy automatikával valósul meg. Katonai alkalmazásuk széleskörű, kezdve a megfigyelés-adatszerzésen át a csapásmérésig, ismertebb típusaik pl.: Global Hawk, Predator, Euro Hawk, stb.) [2].



1. ábra Merevszárnyú és forgószárnyas pilóta nélküli repülő eszközök [3][4]

A forgószárnyas és merevszárnyú pilóta nélküli légi járművek mellett a hajtóművel nem rendelkező, ezáltal csendesebb, nagyobb repülési idővel és nagyobb teherbírással rendelkező léggömbök és léghajók is kiválóan alkalmazhatóak kommunikációs átjátszó eszközök hordozására. Az 1178/2011/EU rendelet az alábbiak szerint határozza meg a ballon, és a léghajó fogalmát: „A ballon levegőnél könnyebb, hajtómű nélküli légi jármű, amelynek repülését gáz vagy a fedélzeti fűtőberendezéssel melegített levegő biztosítja. E rész alkalmazásában ballonnak minősül a hőléghajó is annak ellenére, hogy hajtóművel van felszerelve” [5].

„A léghajó levegőnél könnyebb, hajtóművel felszerelt légi jármű, kivéve a hőléghajót, mely e rész alkalmazásában a ballon fogalmába tartozik” [5].



2. ábra A HAV3 típusú léghajó és egy meteorológiai léggömb [6][7]

Lényeges eltérés a léggömb, léghajók és más repülő eszközök között, hogy míg előbbieket „úsznak”, lebegnek, a forgó és merevszárnyú repülő eszközök repülnek. Megkülönböztetünk továbbá kikötött és szabadon lebegő léggömböket, léghajókat, a kikötött verziók jellemzően alacsonyabb magasságban jellemzőek (30 m–5 km), míg a szabadon lebegők akár több tíz kilométer magasságig emelkedhetnek.

A kikötött pilóta nélküli légi eszközök egy speciális hibrid formája a helikite. Ez a platform a ballon és a repülő „sárkány” test kereszteződéséből született, Sandy Allsop keze nyomán Angliában 1993-ban [2]. A lebegéshez szükséges héliumot egy lapított ellipszoid formájú ballonban tárolja, a sárkány test aerodinamikai kialakítása biztosítja, hogy a nagy szélben is megfelelően

vitorlázson, így jobban ellenáll az időjárási viszontagságoknak, mint a hagyományos léggömbök. A következő ábrán egy helikite figyelhető meg:



3. ábra A léggömb és „sárkány” test kereszteződése a helikite [8]

BALLONOK KATONAI ALKALMAZÁSÁNAK FONTOSABB MÉRFÖLDKÖVEI

Az első hőléggömb alkalmazásáról szóló írások 1709-ből Portugáliából származnak, míg az első léghajó 1852-ben emelkedett a magasba. Az első katonai bevetésre porosz részről 1870. szeptember 24-én került sor a franciaországi Strasbourban léghajó formájában. Nem sokkal később (1885) az Egyesült Államokban már komoly munka kezdődött meg a kimondottan katonai célú léggömbök, léghajók fejlesztése terén. Kezdeti alkalmazási területük a felderítésre, híradásra, és tűzvezetésre korlátozódtak. 1878-ban a ballonok alkalmazása révén életre hívták a Brit Királyi Légierőt [9].

Már az első világháborúban próbálkoztak kezdeti távirányítási megoldásokkal a meteorológiai megfigyelő ballonok tekintetében. Ezek rádiótelegráffal kerültek ellátásra, és távolról volt lehetőség a ballon szelepének nyitására, amely így képes volt leszállni [9].

A ballonok, léghajók korai, valamint első világháborús tapasztalatai is rámutattak, hogy elsődlegesen nem a csapásmérés eszközei: nem voltak alkalmasak nagy bombaterhek cipelésére, és alacsony manőverképességük révén a légi harcból is kiszorították őket a repülőgépek. A Nagy háborút követően többnyire elavult technológiának gondolták, túlélését a léggömbzárak alkalmazása jelentette. A kötött ballonok jó szolgálatot tettek 1940-ben a brit sziget védelme során, ahol 1466 darab léggömböt engedtek 1000 m magasságra, és közéjük hálókat feszítettek, melyekbe az ellenséges repülőeszközök beleakadtak és lezuhantak [9].

1939 májusában a legnagyobb merevtörzsű léghajó a 213,9 tonnás német Graf Zeppelin II (LZ130), 245 m hosszú és közel 200 000 m³-es térfogattal, radarral kémfeladatokat hajtott végre a brit légtérben [9].

1958. július 21-én bocsátották fel a legnagyobb nem merevtörzsű léghajót, 43 000 m³-es térfogattal, amely 123 m hosszú és 26 m átmérőjű volt. Az amerikai haditengerészet szolgálatában állt közel két évig, majd tengerbe zuhant és megsemmisült. A legnagyobb magasság, amit ember nélkül felbocsájtott ballon elért, 51 815 m volt, melyet az 1,35 millió m³-es Winzen típusú léggömb ért el 1972 októberében Kaliforniában [9] [10].

A következő jelentősebb mérföldkő a ballonok katonai alkalmazásában amerikai oldalról a vietnámi háború volt. 150–170 m³-es, faroksíkokkal ellátott léggömböket emeltek 300 m-es magasságba, amelyek rádióátjátszó pontokként működtek, és képesek voltak 35–40 km-t lefedni [9].

A '80-as években előtérbe kerültek a kötött léghajókra szerelt rádiólokátor állomások, mint például a TCOM cég 700 m³-es 125 kg hasznos teherbírású léghajója, amely 750 m-es magasságban dolgozik és ellenáll maximum 90 km/h-ás vízszintes szélesebbségnek, ahol a szélökések nem haladhatják meg a 130 km/h-át. A cég által gyártott kábelek 5000 kg szakítószilárdságra lettek tervezve a kisebb, és 30000 kg-ra a nagyobb léghajók esetében. A korszak legnagyobb léghajói közé sorolható a Bahama szigeteken telepített, USA vámhatóságának szolgálatában álló 365B/H (Mk7-S) 11640 m³-es térfogattal és 59,2 m-es hosszal. Össztömege 5200 kg, melyből 1800 kg lehet a hasznos teher. Szolgálati magassága 3000–4500 m, maximum 160 km/h földközeli szélesebbség mellett, továbbá földi rögzítése egy 30 m sugarú körpályán valósul meg [9].

Megállapítható a ballonok elmúlt háromszáz éves története alapján, hogy speciális adottságaik újra és újra felkeltették a hadiipari fejlesztők figyelmét. Alkalmazásuk révén alakultak meg a nagyhatalmak légierői, melyek a hadviselési teret a szárazföldi és vízi dimenzióból kiterjesztették a levegőbe is. Folyamatos konkurenciát jelentettek számukra a repülőgépek, melyek időről-időre felülkerekedtek a versenyben, javarészt magasabb manőverező képességük, megbízhatóságuk és az időjárási viszontagságoknak való jobb ellenállásuk okán. Azonban a ballonok egyes tulajdonságai ismét felkeltették a fejlesztők, kutatók figyelmét.

KORUNK FŐBB BALLONOS PROJEKTJEINEK ÁTTEKINTÉSE

Napjainkban a NATO³ hadseregekben a ballonok egyik fő alkalmazási területe az ISR⁴ – megfigyelő platformok hordozása. Az iraki és afganisztáni műveletekben számos katonai objektum táborvédelmi rendszerének része volt a ballonokra szerelt kamera és egyéb megfigyelő rendszerek. A ballonok, léghajók alkalmazását tekintve egy szűkebb szeletet képviselnek a kommunikációs átjátszó pontok.

A vizsgált pilóta nélküli lebegő légi eszközökből kiemelten vizsgáljuk a sztratoszféra közeli (17–22 km) valamint a kis- és közepes magasságú (300 m – 5 km) ballonokat, léghajókat. A

³ North Atlantic Treaty Organization – Észak-atlanti Szerződés Szervezete

⁴Intelligence, Surveillance, Reconnaissance – Hírszerzés, Megfigyelés, Felderítés

sztratoszférikus eszközök nagyobb kiterjedésű területen (például: Magyarország), rálátás szempontjából összemérhetőek a műholdak által nyújtott lefedettségi lehetőségekhez. A kis és közepes magasságú lebegő eszközök kisebb területet képesek lefedni, alkalmazásuk elsősorban a távközlési tornyok helyettesítésére irányulhat.

Az Egyesült Államok hadserege által fejlesztett HAV304⁵ léghajó (2. ábra, bal) a maga 38 ezer m³-es térfogatával képes 6000 m-es üzemi magasságban akár 3000 km megtételére pilótával, vagy pilóta nélkül, 21 napos szünetmentes üzemelés mellett. Elsődlegesen felderítő feladatokra készítették, de rendelkezik kommunikációs átjátszó és erőkövető (BFT⁶) képességekkel is. Mindezidáig egy prototípus készült az eszközből, mely 2012-ben tette meg első útját az Army kötelékében, majd 2013-ban leállították a projektet a horribilis költségek miatt. A vállalkozást az amerikai fejlesztési ügynökség, a DARPA⁷ finanszírozta a LEMV⁸ projekt részeként, majd a törlés után az eszköz átkerült brit tulajdonba. A vállalkozás teljes költsége (tervezés, fejlesztés, és bizonyos mértékig a tesztelés) 154 és 517 millió dollár közé tehető, mert a teljes projekt nem valósult meg. Ez az összeg többszörösen túlszárnyalja a magyar Gripen projekt költségét [11]. A repült órák költsége a 2010-es tesztelési időszakban 10–20 ezer dollár /óra, melyhez adódott egy 10 ezer dollár/repülés költség is [12]. Megállapítható, hogy bár a léghajó és a rá felszerelt eszközök kielégítik a kor technikai színvonalán elvárható képességeket, a projekt költsége a rendszeresítés és alkalmazás nélkül is messze felülmúlja nemhogy a Magyar Honvédség, de még egy domináns haderő, a US Army képességeit is. Kérdésként merül fel, hogy érdemes-e ennyi funkciót egy platformra felszerelni? A válasz, hogy nem feltétlenül a platformok diverzitása jelenti a költségtöbbletet, hanem a sztratoszférikus léghajó technológia kialakítása. A történeti áttekintésből látható, hogy sztratoszférikus ballonok sikeres katonai alkalmazására még nem került sor, továbbra is jelentős kutatások szükségesek a technológia kialakításához. A sztratoszférikus ballonozás kialakítására jelenleg is folynak kutatások, például a Thales Stratobus projektje, vagy a Google Loon (jelenleg X company Loon) vállalkozása.

A Stratobus az ígéretek szerint, olyan kommunikációs relé lett volna a sztratoszférában, amely pilóta nélkül képes huzamosabb időn át folyamatos szolgáltatást biztosítani. A kor elvárásainak megfelelően a mobilkommunikációból ismert, szélessávú negyedik generációs (4G) LTE⁹ szabvány szerint. A projektet két év után 2016. április 26-án lezárták, költségeit tekintve Franciaország 17 millió eurót költött rá. Azonban érdemes megfigyelni, hogy a sztratoszférikus ballonozásban érdekelt kutatások, és ballongyártó cégek adatai alapján a sztratoszférában maximum 90 km/h-ás szélre készültek a kutatók [13]. Ez alapján meglehetősen aggályos a világhírű Google és Raeven Aerostar cégek Loon projektje is. Maga a „Loon” elnevezés egy szójáték a „balloon”, mint ballon, valamint a „loon”- örökség szavakból származik. A koncepció lényege, hogy irányítatlan ballonokra telepítenének távközlési platformokat, amelyek LTE hálózattal fednék le a földfelszín nehezen elérhető területeit. A ballonok pozicionálását, azok magassági helyzetének változásaival oldanák meg. Ha egy nagyobb légáramlat elsodorná a ballont, az automatika lejjebb,

⁵Hybrid Air Vehicle – Hibrid Légijármű

⁶Blue Force Tracking – Baráti erők követése

⁷Defense Advanced Research Projects Agency – USA Védelmi Kutató Ügynöksége

⁸ Long Endurance Multi-Intelligence Vehicle – Hosszú alkalmazási idejű többszenzoros felderítő jármű

⁹ Long Term Evolution – 4. generációs mobilhálózati szabvány megnevezése

vagy feljebb engedné a ballont, hogy ellentétes irányú légörvénybe kerüljön, amely visszapozícionálná eredeti helyére. Az elképzelés komoly szkepticizmust váltott ki a szakemberekből, de az elnevezés alapján, még a cégen belül is. Mindemellett elmondható, hogy a vállalkozások mögött komoly tőke investíció állt. A Google Loon projektet nemrég átvette az X company, amely egy újabb jel arra nézve, hogy a tech óriás is kihátrál a kezdeményezés mögül. Egy ilyen prototípus a 4. ábrán látható. További érdekesség, hogy a 2014-ben prognosztizált maximum 90 km/h-ás szél-erősség helyett, 162 km/h-ás szélsébséget is mértek a tesztek során [14].



4. ábra A Raeven Aerostar nagy magasságú ballonja kommunikációs átjászó állomással felszerelve [15]

2005-ben telepítették az Egyesült Államok iraki műveleteihez a MARTS¹⁰ rendszert, amely kimondottan olyan kötött léghajókból állt, amelyek kommunikációs átjászó pontként üzemeltek alacsonyabb magasságokban. A rendszert a haderő egyik legnagyobb ballonos beszállítója a TCOM LP szállította, képes volt SINCGARS, EPLRS és FALCON I szériájú rádiók adásainak átjászására sík területen, egy 125 km sugarú körben megszakítás nélkül 15 napon keresztül [16]. A léghajó maximum 85 km/h-ás szélnek, valamint kézfegyvereknek állt ellen. Érdeemes megjegyezni, hogy az itt felsorolt léghajók könnyedén áldozatul eshetnek a légvédelmi rakétáknak, valamint repülő eszközökről és helikopterekről is könnyedén pusztíthatók akár fedélzeti géppuskákkal is. Térfogatuk 1800 m³, teherbírásuk 225 kg, maximális repülési magasságuk 900 m volt. A rendszer teljes költsége 14 millió dollár körülire becsülhető, amelyből 16 ballont üzemeltettek [17]. A korabeli érvelések szerint összességében költséghatékonyabb volt léghajókat üzemeltetni, mint távközlési adótoronyokat építeni a megszállt területeken, és azokat őriztetni [18]. A cég jelenleg is szállít ballonokat olyan hadszínterekre, ahol az Egyesült Államok

¹⁰Marine Airborne Re-Transmission System – Tengerészgyalogos Légi Relé Rendszer

is jelen van. Valamint az USA Mexikóval közös határszakaszára, elsődlegesen megfigyelési feladatokra. Az alábbi táblázatban kiemelünk jelenlegi kínálatukból három platformot, melyek jól alkalmazhatók különböző szintű katonai átjátszó pontokként.

Megnevezés	71M	28M	17M
Típus	Kötött léghajó	Kötött léghajó	Kötött léghajó
Szint	Stratégiai	Hadművelleti	Harcászati
Üzemi magasság	4600 m	1500 m vagy 900 m	300 m
Hasznos teher	1600 kg	385 kg vagy 570 kg	90 kg
Üzemidő	30 nap	14 nap	7 nap
Maximális szélsébség	130 km/h	92 km/h	74 km/h
Szellökések maximális sebessége	167 km/h	130 km/h	101 km/h
Lehetséges max. áramellátás	23,5 kVA	3 kVA vagy 5 kVA	1 kVA

1. táblázat A különböző művelési szintű, amerikai kötött léghajók összehasonlítása [19]

A táblázatból jól látható, hogy a kötött léghajók paramétereiket tekintve megfelelnek a különböző művelési szintek elvárásainak. 2012-ben három darab 28M kötött léghajó 12,2 millió dollárba került, míg 2011-ben 15 db harcászati szintű kötött ballonért 38 millió dollárt fizettek ki [20]. 2014-ben az USA Irakba 90 millió dollárért telepített hét darab 17M kötött léghajót és 14 átjátszó tornyot [21]. A fenti árak tartalmazták a teljes költséget úgy, mint ISR megfigyelő rendszerek (lokátorok, kamerák), technikai támogatás, kezelők kiképzése, kiszolgáló eszközök, telepítés, javító készletek stb. Itt is meg kell említeni, hogy a költségek megközelítik, sőt esetenként meghaladják a magyar Gripen projekt kiadásait. Az 5. ábrán egy 17M harcászati szintű kötött léghajó látható.

Célszerű megemlíteni az Európai Unió (EU) ABSOLUTE¹¹ [23] és CAPANINA¹² [24] projektjeit. Az ABSOLUTE projekt fő célkitűzése olyan, főleg lebegő légi platformok kutatása, amelyek kommunikációs átjátszó pontként üzemeltethetők veszélyhelyzetekben, illetve nem várt események és ideiglenes tömegrendezvények során. A projekt főleg a kismagasságú (LAP¹³) lebegő eszközökre fókuszált, azon belül is a helikite-okat [25] preferálta. A léggömb és sárkány test hibrid megoldásának köszönhetően, sikerült olyan kötött lebegő eszközt alkotni, amely 300 méteres üzemi magasságával, stabilan ellenáll a 75 km/h-ás szélnek is, mindezt egy 34 m³-es térfogatú ballonnal, 10 kg teherbírással. A platform földi megtáplálás mellett elbírja egy LTE mobilkommunikációs bázisállomás antennáit, és legszükségesebb elektronikáját. A rendszer telepítési ideje megközelítőleg 1 óra. Szállításához elegendő egy pick-up, azonban a kijuttatás szempontjából kritikus az utak járhatósága. Afganisztáni műveleteik során alkalmazták már az USA, a brit, az ausztrál és norvég katonák is [2]. A helikite-okkal végzett kutatások során, értékes mérések készültek a lefedettségi kísérleteknél. 300 m-re felengedett ballonokról mérték, hogy különböző távolságokon van-e még stabil LTE összeköttetés. A használt frekvenciasávok 700 MHz és 2,6 GHz, illetve az alkalmazott modulációk a QPSK, a 16 QAM és 64

¹¹ Aerial Base Stations with Opportunistic Links for Unexpected & Temporary Events - veszélyhelyzetekben, illetve nem várt események és ideiglenes tömegrendezvények során kommunikációs átjátszó pontként üzemeltethető lebegő légi platformok

¹² Communication from Aerial Platform Networks Delivering Broadband Information for All – Szélessávú Adatkommunikációs Megoldások Mindenkinnek Légi Lebegő Platformokról Biztosítva

¹³ Low Altitude Platform – Alacsony Magasságú Platform

QAM voltak. Az elvárásoknak megfelelően megállapítható, hogy az alacsonyabb számú fázisállapottal rendelkező modulációk jobb eredményeket produkáltak hatótávolság tekintetében, azonban 15 km távolságban a 2,6 GHz-es sávban még így is voltak problémák (10 km-ig jól alkalmazható QPSK modulációval a rendszer). A 700 MHz-es sáv egyaránt jól vizsgázott 10 és 15 km-es távolságban. A mérések valós környezeti viszonyok között, közepesen átszegdelt területen történtek. Költségeik lényegesen alacsonyabbak a korábban említett ballonokhoz képest. Az USA szárazföldi hadereje az afganisztáni műveleteihez 50 ezer dollár/ készlet áron vásárolt helikite-okat [26], egyébiránt a hivatalos forgalmazótól átlagosan 6000 dollárért megvásárolható az alap platform [27], amelyre további ISR szenzorok és relék szerelhetők.



5. ábra TCOM LP 17M harcászati szintű kötött léghajó [22]

A kutatás további fontos eredménye, hogy bár az alacsony magasságban alkalmazható helikite-ok aránylag olcsók, és alkalmazásuk könnyebb a nagy magasságú társaikénál, a kutatók a közepes magasságú platformokban látják a jövőt, valamint tervben van 2000 m-ig növelni a helikite-ok maximális üzemi magasságát. A helikite-ok melletti érvként fogalmazták meg költséghatékonyágukat, sokoldalúságukat, az arányosan jó teherbírást. Valamint a kárhelyszíneken, a hibaelhárítás során, az első telepíthető bázisállomások lehetnek. Az ABSOLUTE projekt egy új irányvonalat is megnyitott a ballonok lehetséges alkalmazása terén. A kizárólag ballonokon alapuló átjátszó állomások alkalmazása helyett, sokkal célszerűbb földi, légi és műholdas kommunikációs megoldásokat felhasználó hibrid rendszer kiépítése, ahol a ballonok csak a hirtelen felmerülő igények kielégítését szolgálják ideiglenes jelleggel. A dinamikus alkalmazhatóság érdekében olyan kognitív rádiórendszerekbe integrálva, amelyek rugalmas csatornakihasználással, és forgalomszervezéssel elősegítik a kommunikációs hálózat optimális működését [2][28].

A CAPANINA projekt olyan nagy magasságú platformok (ballonos) vizsgálatát végezte, amelyek szélessávú adatkapcsolatot (legfeljebb 120 Mbit/sec) képesek biztosítani nagy területen (átlagosan 60 km átmérőjű körben). A 2003–2006. közötti kutatások – a számos gyakorlati életben is jól alkalmazható technológiai eredmény mellett – kimutatták, hogy a technológia alkalmazásának legnagyobb gátja annak költsége. Egyelőre nincs reális piaci kereslet a technológia iránt. Gazdasági kimutatásaikból jól látható, hogy azonos célra fejlesztett repülő és lebegő platformok fejlesztési és várható fenntartási költségei közötti különbség négyszeres a ballonok

kárára [2]. Ezen megállapításokat látszik megerősíteni a Thales és Google korábban említett sztratoszférikus projektjei.

A fenti alkalmazásokon túl megjelentek olyan kommunikációs átjátszók, amelyek meteorológia léggömbökön alapulnak [29]. Ezen ballonok olyan kisméretű, néhány légköbméteres eszközök, amelyek minimális súllyal emelkednek nagy magasságokig (kb. 30 km). Természetesen nem kötött ballonokról beszélünk, ezért nagymértékben ki vannak téve a széljárásnak, továbbá a nyomáskülönbség miatt a sztratoszférában „kipukkadnak”, és a kommunikációs egység egy ejtőernyővel tér vissza a földre. A levegőben töltött idő 30–45 perc. A technológia főnya és folyamatos adatátvitel céljaira nehezen alkalmazható, mert nem célszerű, és nem kifizetődő félóránként léggömböket eregetni. A gyakorlatban legfeljebb a napi egy-, vagy kétszeri felemelkedés folyamán, az ellátási területen telepített érzékelőktől gyűjtheti be hatékonyan az információt. Másik komoly korlátja, hogy a visszatérő egységek nagy földrajzi területen érhetnek földet. Az Országos Meteorológiai Szolgálat adatai alapján, akik napi egy ballont eresztenek fel, a visszatérő egységek szerte a Kárpát-medencében érkeznek vissza, nem ritka az országhatáron túli landolás [30]. Mindez komoly információbiztonsági kérdéseket vet fel, ugyanis a kommunikációs átjátszók és a rejtjelező kulcsok könnyen kompromittálódhatnak.



6. ábra BHE ballonos megfigyelő rendszer (Mikó Gyula)

A terület magyar vonatkozását tekintve szükséges megemlíteni Sós Mihály mérnök nevét. A Sós Mihály által vezetett cégek, műhelyek tudományos igényűen kutatták a ballonok magyarországi alkalmazásának lehetőségeit [31]. Napjainkban az ISR célokra és kommunikációs átjátszóként is alkalmazható alacsony magasságú kötött ballonok fejlesztésével kapcsolatosan a BHE Bonn Hungary Kft. neve említhető. A 28 köbméteres héliummal töltött kötött ballon 150–200 méteres magasságból alkalmas légi megfigyelésre és kommunikációs átjátszó állomásként való alkalmazásra is. A léggömbre erősített platform kb. 5 kg hasznos teher hordozására alkalmas. A léggömb rendelkezik távolról vezérelhető vészleeresztő szeleppel, ami kötél szakadás esetén lehetőséget biztosít a ballon gyorsított földet érésére. Alapkiépítésben két tengelyen stabilizált nappali és hőkamera szenzort, légnyomásmérőt, szélsébség mérőt, GPS¹⁴ vevőt és

¹⁴ Global Positioning System – USA Globális Helymeghatározó Rendszer

vezeték nélküli MIMO¹⁵ adatrádiót hordoz. Az adatrádió több kilométeres hatótávolságon belül biztosítja a valós idejű HD¹⁶ videojel átvitelt [32].

HONI ALKALMAZÁS LEHETŐSÉGEI

Az autonóm, robot sztratoszférikus léggömbök és léghajók kutatás – fejlesztés – innovációja (K+F+I), valamint üzemeltetése és üzemben tartása Magyarország számára, azok költség vonzatai miatt jelen technikai és gazdasági körülmények között nem reálisak. Bár egyes kutatások a nagy magasságú platformokon (HAP¹⁷) települő kommunikációs átjátszó pontokat tekintik a pilóta nélküli ballonokra telepített relék jövőjének, azok ár/érték aránya országunknak, nem-hogy honvédelmi, de magasabb kormányzati szinten sem térülne meg.

A kutatásaink alapján általánosan elmondható, hogy a ballonok K+F+I tevékenységének és üzemeltetésének költsége magasabb más pilóta nélküli repülőeszközökénél. Nemzetközi példából látható (TCOM LP kötött léghajói), hogy a piacon fellelhetők olyan professzionális alacsony és közepes magasságú (LAP¹⁸) eszközök, amelyek kommunikációs átjátszó pontként a gyakorlatban is alkalmazhatóak akár katonai feladatokra is. Természetesen a nagyhatalmaknak sem kifizetődő a csak reléként történő alkalmazás, ezért e lebegő eszközöket többnyire elsődlegesen ISR platformok hordozására, másodlagosan kommunikációs átjátszó pontként alkalmazzák. Ezek fenntartási költségei bár alacsonyabbak a sztratoszférikus platformokénál, megítélésünk szerint Magyarország számára még így is irreálisan magasak lennének. Jelen viszonyok között nem lenne elfogadható ilyen ballonok alkalmazása, hiszen nagyjából azonos költségek mellett, a komolyabb előnyökkel járó korszerű vadászgépeket is lehet üzemeltetni, és már a Gripen flotta is komoly terheket ró a költségvetésre. Továbbá a kis darabszám sem feltétlenül váltaná be a hozzá fűzött reményeket. Bár üzemelés közben a lebegő eszközök képesek a repülő eszközöknél hosszabb távon a levegőben maradni, és ellátni feladatukat minimális beavatkozással, az elvárásokkal ellentétben költségeik többszörösére rúghatnak a repülőkhöz képest.

Mint azt a korábbi kutatásban [1] is megállapítottuk, a meteorológiai léggömbök alkalmazása reléként nem javasolt, alacsony rendelkezésre állásuk, a visszatérő modulok sztochasztikus viselkedése és információbiztonsági kihívásai, valamint az időjárás megköltések miatt.

Megítélésünk szerint az alacsony magasságú (30 m – 300 m) kötött ballonok és helikite-ok katonai alkalmazása aszimmetrikus, hibrid [33][34][35] és küszöb alatti műveletekben, harcászati szinten, zászlóalj és dandárok támogatására hordoz magában potenciált. Az elsődleges alkalmazást itt is az ISR platformok hordozása jelentheti, csak másodlagosan érheti meg kommunikációs relékkel történő felszerelésük. Magyar vonatkozásban további opciót jelenthet, kormányzati szinten az EDR¹⁹ bázisállomások antennáinak kiegészítő hordozó eszközeként. Az alábbi ábrán a kis magasságú kötött ballonok lehetséges honi alkalmazásának egy verziója látható.

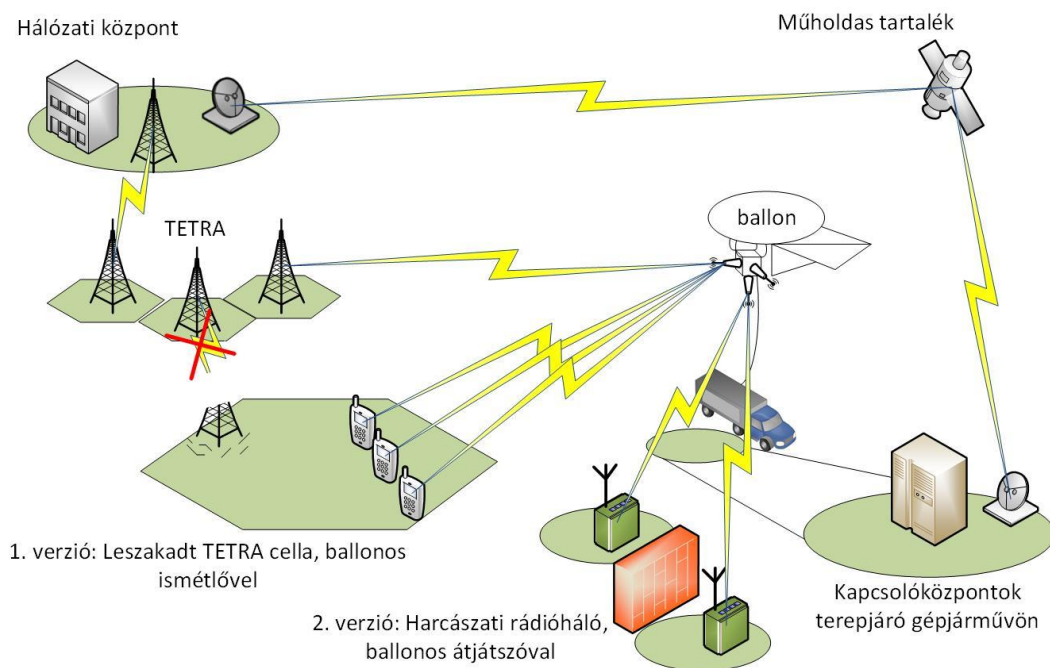
¹⁵ Multiple Input – multiple output – Többszörös bemenet és többszörös kimenet

¹⁶ High Define – Nagyfelbontású

¹⁷ High Altitude Platform – Nagy Magasságú Platform

¹⁸ Low Altitude Platform – Alacsony Magasságú Platform

¹⁹ Egységes Digitális Rádiótávközlő Rendszer (honi TETRA)



7. ábra Kis magasságú kötött ballonok alkalmazása kommunikációs átjátszóként, változat (szerzők)

Az ábrán megfigyelhető, hogy bár a ballon csak kiegészítő, mégis fontos szerepet tölt be az állandó hírközlő hálózatban történő kiesések kezelésére, a tábori híradó hálózat támogatására. A relé üzemmód mellett természetesen ISR platformokkal (elsődlegesen kamera) is célszerű ellátni a felderítés támogatása érdekében, valamint egy erőkövető rendszer támogatására is megfelelő, illetve a hatókörön kívüli harcászati rádióhálókat is képes összekapcsolni a különböző változatokban. A 300 m-es üzemi magasság nagyobb rádiófrekvenciás rálátást (RLOS²⁰) lenne képes biztosítani a terminálok számára, valamint ezen rendszerek alacsony sávszélesség igénye sem okozna komolyabb problémákat. Létezik olyan hazai gyártású harcászati adatrádió rendszer, mely ballonos telepítés esetén alkalmas 40–50 km hatótávolságban 10–20 Mbit/sec adatátviteli sebességű vezeték nélküli gerinchálózat kiépítésére [32].

Az esetlegesen felmerülő kapcsolástechnikai, illetve átjátszással kapcsolatos áramkört feladatokat a ballon felbocsátási helyén települő terepjáró gépjárműre telepített kapcsolóközpont végezné.

Véleményünk szerint érdemes lenne fontolóra venni a kis magasságú kötött ballonok honi alkalmazásának lehetőségét, mint a fenti példán is látható, a több funkciós platform alacsony költségek mellett valósítható meg, és használatuk komoly előlépést jelenthet a vizuális felderítés és kommunikációs átjátszás területén egyaránt.

Bár hazánkban jelenleg nincs egységes, saját katonai erőkövető rendszere, a nemzetközi műveleti tapasztalatok arra engednek következtetni, hogy idővel a Honvédségnél is szükségessé válik az alkalmazásuk. Az erőkövető rendszerek egyik komoly dilemmája, hogy a terminálok és hálózati központok közötti vezeték nélküli kapcsolat (AI²¹) korántsem tökéletes, melynek főleg fizikai-technológiai korlátai vannak. A földfelszíni cellakapcsolt trónkölt rádiórendszereket alkalmazó megoldások (pl.: KFTS²²) kommunikációs hálózata aránylag könnyen blokkolható, pusztítható.

²⁰ Radio Line of Sight – Rádiófrekvenciás közvetlen rálátás

²¹ Air Interface – Vezeték nélküli interfész

²² Kosovo Force Tracking System – NATO koszovói erőkövető rendszere

A műholdas átviteli utakat alkalmazó rendszerek (pl.: IFTS²³, FBCB2 BFT²⁴) [36][37] adatátviteli költségei magasak, és a gyakorlati tapasztalatok alapján nem elhanyagolható a szolgáltatás kiesések időaránya a lefedettség problémák miatt (pl.: mozgó terminálok erősen átszegdeltek, vagy beépített területen próbálnak kapcsolatot teremteni GEO²⁵ pályás műholdakkal, ahol takarás miatt gyakori a kiesés). Ilyen szituációkban az alacsony és közepes magasságokban (300 m – 5 km) operáló ballonokra telepített relék, komoly támogató szerepet játszhatnak. Adott területeken működő terminálok hasonló szögben látnák a ballonokat, mint a műholdakat. A területi lefedettséget és a szolgáltatás minőségét tovább növelné, hogy a lényegesen alacsonyabban működő átjátszók (néhány száz méteres magasság a több száz, esetleg ezer kilométer helyett) nagyobb vételi jelszinteket lennének képesek nyújtani. Ez hatótávolság és szolgáltatás biztonság növekedéssel, valamint a takarásban lévő területek jobb ellátásával járna együtt.

Összességében megállapítható, hogy a ballonok elsődleges alkalmazási módja az ISR platformok hordozása, másodlagos a kommunikációs átjátszó állomások hordozása, mely nem zárja ki az egyidejű telepítést és alkalmazást. Ennek egyik fő oka a költségekben mutatható ki. Napjainkban egyik fő alkalmazási platformja a kis magasságú kötött léghajók formájában történhet. Az erőkövető rendszerek vezeték nélküli kommunikációs interfészének támogatására is jól alkalmazhatóak lennének az alacsony magasságú kötött léghajók. Fontos kiemelni, hogy támogatására, megerősítésre és nem kiváltására, mert az alacsony adatforgalmi igény esetén a műholdas csatornák bérlése még mindig kifizetődőbb egy teljes ballonos rendszer üzemeltetésénél.

Megítélésünk szerint a ballonos platformokon elhelyezhető adaptív antenna rendszerek fejlesztése [38][39][40][41], illetve kis magasságú kötött ballonok alkalmazási lehetőségei a katasztrófavédelmi feladatok [42][43][44] kommunikációs igényeinek kiszolgálása tükrében újabb tudományos kutatásokat indukálhatnak.

Magyarország számára jelen gazdasági körülmények között, egy lehetséges opciót jelenthet a kis magasságú kötött ballonok alkalmazása néhány tucat készlet erejéig, amelyet célszerű úgy kialakítani, hogy helyet kapjanak rajta egyidejűleg ISR szenzorok (elsődlegesen kamera) és rádió átjátszó pontok. Természetesen „csak” támogató, megerősítő szerepkörben, nem kiváltva komplett hálózatokat, növelve az igénybe vehető eszközök spektrumát, biztosítva a parancsok számára a feladathoz leginkább illő platform kiválasztásának lehetőségét.

BEFEJEZÉS

Megvizsgálva a létező pilóta nélküli lebegő eszközök által nyújtott lehetőségeket, megállapítható, hogy léteznek olyan technológiák, amelyek képesek támogatni akár a katonai alkalmazások modern távközlés technikai igényeit. A történelmi példák alapján belátható, hogy a ballonok és repülő eszközök közötti versenyből eddig túlnyomórészt a repülők jöttek ki győztesként, és egyes nemzetközi tanulmányok alapján [2], ez a jövőben sem várható másképp. Ezen tényeket figyelembe véve, a ballonok alkalmazása előtti döntés során nagyon alapos mérlegelést kell

²³ ISAF Force Tracking System – (NATO) ISAF afganisztáni erőkövető rendszere

²⁴ Force XXI Battle Command Brigade and Below Blue Force Tracking – USA XXI. századi Dandár és az alatti harcvezető és erőkövető rendszere

²⁵ Geosyncron Earth Orbital – Geoszinkron Föld körüli pálya

végezni, azonban megállapítható, hogy egyes, a tudományos közleményünkben is feltárt esetekben célszerű lehet a ballonok alkalmazása. Megítélésünk szerint alkalmazásuk akkor indokolt, ha az általuk kínált speciális képességek (pl.: hosszú idejű egy magasságban lebegés) súlyozottan vannak jelen döntési mátrixunkban.

A magyar viszonyokat vizsgálva egy kiegészítő, támogató feladatokat ellátó kötött léghajó flotta nem kerülhet a légierő jelenlegi költségvetésének a többszörösébe. Ezen tényezők miatt szinte egyetlen elfogadható opció az alacsony költségű kis magasságú kötött ballonok lehetséges alkalmazása maradt.

Dolgozatunkban a kitűzött kutatási eredményeket elértük, felkutattuk, rendszereztük a jelenleg elérhető kommunikációs átjárású pontként üzemeltethető léghajókat, léggömböket. Rámutatunk a lehetséges alkalmazási lehetőségekre, meghatároztuk azok gyenge pontjait, valamint javaslatot tettünk egy reális, honi szinten is használható platform alkalmazására.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Károly Krisztián: MILITARY BALLOONING IN POINT OF HUNGARIAN DEFENSE FORCE'S COMMUNICATION SUPPORT, Repüléstudományi Közlemények XXVIII. évfolyam 2016. 1. szám pp. 27-39. HU ISSN 1789-770X
- [2] David GRACE, Tao JIANG, Sandy ALLSOPP, Laurent REYNAUD, Mihael MOHORCIC: Aerial Platforms Study, Integrated Project ABSOLUTE, FP-7-ICT-2011-8-318632-ABSOLUTE/D2.3, 30/10/2013 (online) url: <http://cordis.europa.eu/docs/projects/cnect/2/318632/080/deliverables/001-FP7ICT20118318632ABSOLUTED23v10isa.pdf> (2015.10.20.)
- [3] 60 Days of Drones, Day 2: Global Hawk (online) url: <http://phasezero.gawker.com/60-days-of-drones-day-2-global-hawk-1714377588> (2015.11.17.)
- [4] What you need to know about commercial drones (online) url: <http://www.engadget.com/2014/06/13/commercial-drone-explainer/> (2015.11.17.)
- [5] 1178/2011/EU rendelet a polgári légi közlekedéshez kapcsolódó műszaki követelményeknek és igazgatási eljárásoknak a 216/2008/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet értelmében történő rögzítéséről, 2011.11.3. I. melléklet
- [6] Airships: a second age (online) url: <http://www.telegraph.co.uk/news/science/7918762/Airships-a-second-age.html> (2015.11.17.)
- [7] Aerospace Industry: Satellite communication (online) url: <http://arizonaexperience.org/innovate/satellite-communications> (2015.11.17.)
- [8] Helikete hivatalos oldala (online) url: http://www.allsopp.co.uk/index.php?mod=page&id_pag=5 (2015.11.7.)
- [9] Ványa László: A léggömbök, léghajók és katonai alkalmazásuk, In: Bolyai Szemle, 6. évfolyam, 1. szám, pp. 70-85. ISSN 1416-1443, 1997.
- [10] Ványa László, Bernáth Balázs: A repülő légibázis – adalékok a katonai léghajózás történetéhez, In: Bolyai Szemle, 7. évfolyam 1. szám, pp. 93-106. ISSN 1416-1443, 1998.
- [11] 1001/2012 (I. 11.) kormányhatározat Magyarország Honvédelmi Minisztériuma (Fegyverzeti és Hadbiztosi Hivatal) és a Svéd Királyság Försvarsexportmyndigheten (Svéd Védelmi és Biztonsági Export Ügynökség) elnevezésű szervezete között a JAS-39 Gripen típusú repülőgépek bérletével kapcsolatos részletes feltételeket tartalmazó Bérleti Megállapodásban foglalt bérleti időszak módosítására vonatkozó megállapodás aláírásáról szóló felhatalmazásról, Magyar Közlöny 2012/003. szám
- [12] Rise of the Blimps: The US Army's LEMV Defense Industry Daily, 2013. 10.24. (online) url: <http://www.defenseindustrydaily.com/Rise-of-the-Blimps-The-US-Armys-LEMV-06438/> (2015.10.20.)
- [13] Stratobus project takes off, 2016. 04. 26. (online) url: <https://www.thalesgroup.com/en/worldwide/space/press-release/stratobus-project-takes> (2017.03.19.)
- [14] X company Loon project (online) url: <https://x.company/loon/> (2017.03.19.)
- [15] Raven Aerostar hivatalos oldala/ HIGH ALTITUDE PLATFORMS (online) url: <http://ravenaerostar.com/products/high-altitude-balloons/product-overview> (2015. 11.7.)

- [16] \$14M+ for Blimps in Iraq, Defense Industry Daily, 2005. 04. 20. (online) url: <http://www.defenseindustry-daily.com/14m-for-blimps-in-iraq-0387/> (2015.10.20.)
- [17] Andreas PARSCH: *Tethered Aerostats Appendix 4* (online) url: <http://www.designation-systems.net/dusrm/app4/aerostats.html> (2015.10.20.)
- [18] Blimps for Marines in Iraq Defensetech, 2005. 04. 14. (online) url: <http://defensetech.org/2005/04/14/blimps-for-marines-in-iraq/> (2015.10.20.)
- [19] TCOM kötött léghajó platformok, (online) url: <http://www.tcomlp.com/aerostat-platforms/> (2015.11.3.) alapján szerkesztette a szerző
- [20] SIGNAL magazin (online), ISSN 0037-4938 url: <http://www.afcea.org/content/?q=taxonomy/term/1038> (2015.11.3.)
- [21] The USA's RAID program: Small systems, big surveillance time, 2014.04.15. (online) url: <http://www.defenseindustrydaily.com/the-usas-raid-program-small-aerostats-big-surveillance-time-02779/> (2015.11.3.)
- [22] TCOM tactical class aerostat platforms (online) url: <http://www.tcomlp.com/aerostat-platforms/tactical-class-aerostat-systems/> (2015.11.7.)
- [23] Az ABSOLUTE projekt hivatalos oldala (online) url: <http://www.absolute-project.eu> (2015.10.29.)
- [24] A CAPANINA projekt hivatalos oldala (online) url: <http://www.capanina.org> (2015.10.29.)
- [25] A helikite platform hivatalos oldala (online) url: <http://allsp.co.uk> (2015.10.29.)
- [26] Seth ROBSON: Part blimp, part kite: Military testing Helikite for use over Afghan skies, Stars & Stripes, 2012.05.20. (online) url: <http://www.stripes.com/news/middle-east/afghanistan/part-blimp-part-kite-military-testing-helikite-for-use-over-afghan-skies-1.177779#> (2015.11.6.)
- [27] A helikite hivatalos forgalmazójának árkatalógusa, 2015. november 7. (online) url: http://www.all-sopp.co.uk/index.php?mod=page&id_pag=35 (2015.11.7.)
- [28] Gulyás Attila: Kognitív üzemmódok katonai alkalmazása, In: Seregszemle, XIV. évf. 1. szám, pp. 59-76, 2016. HU ISSN 2060-3924
- [29] A skysite platform hivatalos oldala (online) url: <http://www.spacedata.net/> (2015.11.4.)
- [30] Kolbert András: Ballont eresztettünk a pesti zivatarba, index.hu, 2014.04.30. (online) url: http://index.hu/tudomany/2014/04/30/ballont_eresztettunk_a_pesti_zivatarba/ (2015.11.4.)
- [31] A Robot-Air Kft. honlapja (online) url: <http://www.robotair.eu/hu/hatarrendeszeti-alkalmazasok> (Letöltés ideje: 2017.03.19.)
- [32] BHE: BMR Solution, Aerostat Observation System (online) url: http://www.bhe-mw.eu/sites/default/files/files/documents/bhe_bmr_solution.pdf (2017.03.21.)
- [33] Balog Fatime, Fekete Csanád, Németh András, Németh József Lajos: A hibrid hadviselés különös tekintettel a mobilkommunikációra, In: Hadmérnök, X. évf. 4. szám, 2015. december, ISSN 1788-1919, pp. 127-137.
- [34] Gulyás Attila: Hazánk biztonságpolitikai környezete változásainak kronológiai elemzése a nemzetközi terrorizmusellenes harc tükrében I. rész, In: Seregszemle, XIII. évf. 2-3. szám, pp. 7-25, 2015. HU ISSN 2060-3924
- [35] Gulyás Attila: Hazánk biztonságpolitikai környezete változásainak kronológiai elemzése a nemzetközi terrorizmusellenes harc tükrében II. rész, In: Seregszemle, XIII. évf. 4. szám, pp. 7-23, 2015. HU ISSN 2060-3924
- [36] Gulyás Attila: Force Tracking System in SOF applications, In: AARMS 2009 Volume 8 Issue 4 ISSN 1588-8789 pp. 601-617.
- [37] Gulyás Attila: Field identifications in SOF applications, In: AARMS 2012 Volume 10 Issue 3 ISSN 1588-8789 pp. 469-481.
- [38] Németh András: *Adaptív antennarendszer szimulációja*, In: Kommunikáció 2003. Budapest, ZMNE, 2003. ISBN 963-86228-6-2 pp. 245-253.
- [39] Németh András: *Adaptív antennarendszer hardverének realizációja*, In: Bolyai Szemle 2004/1. Budapest, ZMNE 2004. ISSN 1416-1443 pp. 75-83.
- [40] Németh András- Folkmann Viktor: *Direction Finding Based on Adaptive Antennas*, In: Radioelektronika 2002, 12th International Czech-Slovak Scientific Conference, Pozsony, Műszaki Egyetem, 2002. ISBN 80-227-1700-2 pp. 1-4.
- [41] Németh András- Folkmann Viktor: *Iránymérés adaptív antennarendszerrel*, In: Híradástechnika, 2004/3. Budapest, HTE, 2004. ISSN 0018-2028 pp. 49-54.
- [42] Németh András: A katasztrófavédelmi kommunikáció alternatív megoldásai, In: Kommunikáció 2006. BP. ZMNE 2006. ISBN 978-963-7060-31-1, pp. 227-255.
- [43] Németh András: Távlati műholdas megoldások a katasztrófavédelmi kommunikáció területén, In: Kommunikáció 2007, Bp. ZMNE 2007. ISBN 978-963-7060-31-1, pp. 47-55.
- [44] Rác Réka Magdolna: The function of the system of national defence and disaster management in the disaster management structure, In: AARMS Vol. 10, No. 1. 2011. ISSN 1588-8789 pp. 173-181.

**LOW ALTITUDE BALLOONING IN THE POINT OF HUNGARIAN DEFENSE FORCE'S
COMMUNICATION SUPPORT**

The balloons live renaissance of their military applying nowadays. They were found as ISR platforms holders and communication relays on the Iraq's and Afghanistan's battlefields. There is an advanced demand to connect the far and blocked areas. In this paper we can provide an alternate solution opposite the expensive satellite communication. We study in our paper the tethered and autonomous high or low altitude platforms, how can we deploy as a military communication relay? We show the international examples and we write about the possibilities of the Hungarian applications.

Keywords: balloon, low altitude platform, high altitude platform, communication relay, radio

Károly Krisztián (MSc)
doktorandusz
Nemzeti Közszolgálati Egyetem
Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar
Katonai Műszaki Doktori Iskola
krisztian.karoly@mil.hu
orcid.org/0000-0002-5835-7980

Károly Krisztián (MSc)
PhD aspirant
National University of Public Service
Faculty of Military Science and Officer Training
Doctoral School of Military Engineering
krisztian.karoly@mil.hu
orcid.org/0000-0002-5835-7980

Mikó Gyula (MSc)
doktorandusz
Nemzeti Közszolgálati Egyetem
Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar
Katonai Műszaki Doktori Iskola
gymiko@gmail.com
orcid.org/0000-0002-2653-7645

Mikó Gyula (MSc)
PhD aspirant
National University of Public Service
Faculty of Military Science and Officer Training
Doctoral School of Military Engineering
gymiko@gmail.com
orcid.org/0000-0002-2653-7645



http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2017_2/2017-2-21-0397-Karoly_K-Miko_Gy.pdf