

Daruka Norbert¹

KVADROKOPTER, MINT LEHETSÉGES FELDERÍTŐ ESZKÖZ, AVAGY A REPÜLŐ POLIP VISSZATÉRT²

A biztonságtechnika egyik legfontosabb és legérdekesebb kérdése a terroristák elleni védekezés technikai megvalósítása, illetve ezen eszközök különleges bevetéseken történő biztonságos alkalmazásának megteremtése. A technológia fejlődésével új eszközök jönnek létre, vagy egy korábban alkalmazhatatlan megoldás kerül előtérbe. A légi megfigyelés, légi felderítés mindig is jelentős szerepet töltött be egy-egy katonai akció sikeres kivitelezése során. Manapság a terror szervezetekkel vívott harcban új és használható megoldásokra van szükség, hogy elérjük céljainkat. A célok elérése mellett szem előtt kell tartani a katonák biztonságát, az alkalmazott technikai eszköz működőképességét és persze a költséghatékonyságot is. A „repülő polip” egy megoldási lehetőséget biztosít a felderítési hatékonyság növelésére. Az új technológia azonban mindenki számára elérhetővé válik, a kvadrokopter így nemcsak védelmi funkciókat láthat el, de a jövő fegyvere is lehet.

KVADROKOPTER, THAN POSSIBLE SPOTTER DEVICE, OR THE FLYING OCTOPUS RETURNED

One of the most important and most interesting questions of security technology is the technical realisation of defence against terrorists, concerned for the safe application of these devices happening on special deployments of these creations. By the improvement of technology there are new equipments are produced or the latest solutions are coming to the foreground which has been inapplicable before. Air surveillance and reconnaissance has had always important role in the battles again terrorist organisations. We need the latest and most applicable solutions which are needed to reach our goals. But beside it we must face how to protect our soldiers, the ability of the used technical assets and of course to meet budget effectiveness. Flying octopus is an opportunity to solve the enhancement of reconnaissance effectiveness. The new technology is becoming affordable to everyone thus kvadrokopter can be applicable not just for defence but the usage as a future weapon.

BEVEZETÉS

A globális biztonságot veszélyeztető fenyegetések fajtái és a megnyilvánulási formái a XXI. század elején teljesen más képet mutatnak, mint az elmúlt időszakokban. A kétpólusú világrend megszűnésének köszönhetően, szinte minimálisra csökkent az úgynevezett „hagyományos” háborúk kialakulásának valószínűsége. Megerősödött és napjainkban is egyre nagyobb kockázati tényezőt jelentenek az etnikai zavargásokból kialakult helyi háborúk és terrortámadások. A terrorista csoportok folyamatos fejlődése, ezzel párhuzamosan szervezetszerű gyarapodása lehetőséget teremtett a merényletek számának ugrásszerű növekedésére. A nemzetközi méreteket öltött terrorista hálózatok minden eddiginél nagyobb fenyegetést jelentenek a globális stabilitás fenntartására.

Az új kihívások eddig ismeretlen feladatok elé állítják a terrorizmussal szemben fellépő erőket. A sikerek eléréséhez alkalmazniuk kell a legfejlettebb technikai (haditechnikai) eszközök

1 mk. főhadnagy Magyar Honvédség 1. Honvéd Tűzszerész és Hadihajós Ezred; daruka.norbi@gmail.com

2 Lektorálta: Prof. Dr. Makkay Imre ny. okl. mk. ezredes, egyetemi tanár, Nemzeti Közsolgálati Egyetem Katonai Repülő Tanszék

által nyújtott lehetőségeket, valamint felkészíteni a fellépő erőket az új feladatokra.

A közelmúlt hadműveleteinek tapasztalatai igazolták, hogy az időben és tartalomban valós információk megszerzése kulcsfontosságú szerepet játszik a modern katonai műveletekben, ahol az információs fölény megszerzése nélkül elképzelhetetlen a siker elérése [1].

A valós idejű információszerzés egyik legkorszerűbb eszköze a pilóta nélküli repülőeszközök, melyeket egyre szélesebb körben alkalmaznak a napjainkban folyó katonai műveletek során. A pilóta nélküli repülő eszközök egyik legfontosabb feladatát a felderítési és megfigyelési feladatok képezik. A pilóta nélküli repülő eszközök felderítésre történő alkalmazása 1939-re vezethető vissza, amikor egy kamerával felszerelt repülőgépet teszteltek a Rechlin-i repülőkísérleti bázison. Az Öböl-háborút követően az USA Légi Felderítési Hivatala e téren nagyarányú fejlesztési programokat indított el. Ezek közül a legismertebb a hadműveleti felderítési feladatok ellátása kifejlesztett Predator típusú eszköz, amely a délszláv konfliktus idején képes volt a felderítési zónába való kikerkezés után valósidejű képi információt szolgáltatni. [2][3]

Az elmúlt évtizedekben jelentős változásokon ment keresztül a légtérből történő felderítést megvalósító technikai eszközrendszerek modernizációja, korszerűsödése. Néhány évtizede még elképzelhetetlen volt, hogy a felderítő repülőeszközök pilóta nélkül közlekedjenek, mára már nem meglepő, hogy akár a tenyerünkben is hordozhatjuk a felderítő repülő eszközöket. Természetesen ebben az is közrejátszik, hogy a technológiai és technikai fejlődés egyre nagyobb lehetőségeket nyit meg a pilóta nélküli repülőeszközök fejlesztésének területén.

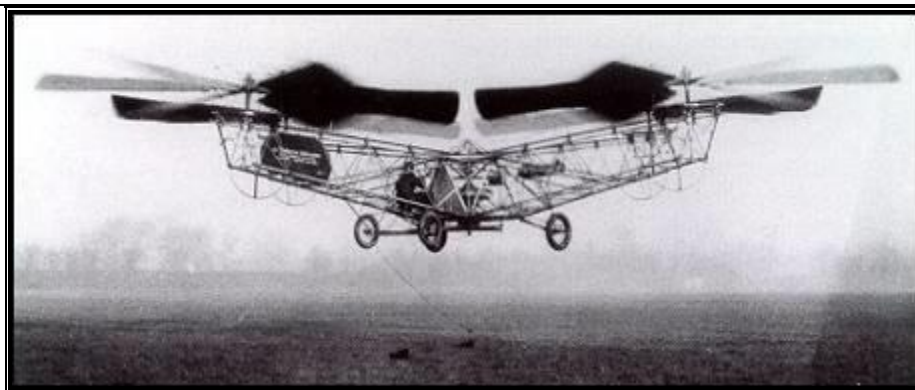
A kvadrokopter kezdetektől napjainkig

A kvadrotor-helikopter, illetve kvadrokopter olyan repülőgép, amelyet négy rotor emel a levegőbe. A legtöbb mai helikoptertől eltérően a kvadrotorok fix beállítású tollakkal rendelkeznek, tehát ezek nem váltanak irányt, miközben a rotor forog. A légi jármű mozgását az egyes rotorok relatív sebességének és nyomatékának változtatásával lehet irányítani.

A kvadrokopterek első generációja

A kvadrokopterek első generációját az US Army Air Corps³ megrendelésére Dr. George de Bothezat és Ivan Jerome építette az 1920-as évek elején. Ezt tartották akkoriban az első sikeres helikopternek.

³ USAAC - United States Army Air Corps: Az Amerikai Egyesült Államok hadseregének légi szolgálata, melyet 1926. július 2-án nevezték át.



1. ábra Jerome-de Bothezat Flying Octopus 4

Bár masszív, hattollú rotorjai révén képes volt repülni, túl bonyolult volt a kormányzása, ami a pilóta dolgát nagyon megnehezítette és csak előre tudott haladni, azt is akkor, ha kedvező volt a szél. A repülési tesztek során egy 1610 kilogrammos géppel próbálkoztak. Kedvező időjárási körülmények között a gép a pilótával egy, a gép kereteibe kapaszkodó szerelőt is megemelt. A környezeti hatásokat nem sikerült kiküszöbölni és anyagi megfontolásból a hadsereg 1924-ben törölte a programot és a gépet selejtezték.

A kvadrokopterek második generációja

A kvadrokopterek második generációja a technika fejlődésével kezdett kibontakozni. Az áttörést a pilótákat nélkülözve technikai megoldásokkal történő üzemeltetés jelentette. Ezek tehát már pilóta nélküli járművek, a köznyelv az angol betűszó alapján UAV⁵-nak nevezi az ilyen eszközöket. Maga az UAV, mint kifejezés a nyolcvanas évektől kezdett elterjedni. A megelőző évtizedek technikai fejlesztései nyomán a pilóta nélküli repülőgépek minőségileg új nemzedékét nevezték így. Az ember által rádió berendezés segítségével távolból irányított repülőmodellekhez hasonló eszközök RPV⁶ néven kerültek a köztudatba. A mai kvadrokopterek közül azonban csak néhány tartozik ebbe a kategóriába. [4][5]

*A pilóta nélküli repülő eszköz fogalma körül némi zavar tapasztalható mind a hazai, mind a nemzetközi szakirodalomban. Számos betűszó és angol kifejezés vonatkozik ugyanarra a fogalomra, megzavarva egymás jelentését. Ehhez adódik azután a magyar fordításból adódó további fogalmi zűrzavar.*⁷[4]

⁴ Forrás: http://www.aviastar.org/helicopters_eng/bothezat.php; Letöltés: 2013. február 16.

⁵ UAV - Unmanned Aerial Vehicle: Pilóta nélküli repülőeszköz

Ilyen repülőeszközöket a katonai repülésben az 1960-as évek óta alkalmaznak, olyan feladatokra, amelyek túl veszélyesek ahhoz, hogy emberek életét kockáztassák teljesítésük érdekében; túl sokáig tartanak (esetleg több napig), így csak több pilóta lenne képes teljesíteni; olyan kevés eszközt igényelnek, hogy a pilóta és a kezelő-személyzet önmagában többszöröse lenne a hasznos tehernek

⁶ RPV - Remotly Piloted Vehicle: Távirányított jármű

⁷ A fogalommal és fordítási problémákkal kapcsolatban bővebb információkat lásd: Bunkóczi S. - Dudás Z. Hogyan tovább: Pilótával vagy nélküle?, Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények; http://193.224.76.4/download/konyvtar/digitgy/nek/2003_2/05_bunkoczi_dudas.pdf



2. ábra: AR.Drone nevű kvadrokopter legújabb, 2.0-s változata⁸

Mivel a kvadrokopterek második generációjába tartozó és a mai kornak megfelelő modern technikai fejlesztésekkel rendelkező elektronikus vezérlőrendszer és szenzorok stabilizálják a szerkezetet a legmegfelelőbb rövidítés az VTUAV.⁹ Kicsi méretük és gyors irányváltoztatási képességük lehetővé teszi, hogy épületen belül és kívül is használhassák őket.

Mivel néhány fejlettebb eszközre már fotó-, illetve videokamerát is szereltek, alkalmassá váltak felderítési feladatok ellátására is. A pontos és használható felvételek érdekében az eszközön elhelyezett kamerák stabilitását giroszkópok biztosítják. Pazarlásnak tűnhet négy propellert szerelni egy repülő eszközre, hiszen lebegni már akár egy forgószárnyal is lehet. Azért jobb mégis négy légszár, mert így nagyon könnyű egyensúlyban tartani és irányítani a szerkezetet. Ha előre kell menni, akkor a hátsó két propeller pörög gyorsabban, ha hátra, akkor az első kettő és a kanyarodás is hasonlóan egyszerű manőverekkel oldható meg. A hasonló méretű helikopterekkel szemben a kvadrokoptereknek több előnyük is van. A kvadrotorok nem igényelnek mechanikai kötéseket ahhoz, hogy a rotorlapátok állásszögét forgás közben változtassák; tehát egyszerűbb a tervezés és a karbantartás is. Nagy előnyt jelent, hogy a négy rotor átmérője egyenként jóval kisebb lehet, mint egy hasonló helikopterrotor, ezáltal kevesebb kinetikai energiára van szükség repülés közben. Az esetleges károk tekintetében is nagyobb előnye van az egyrotoros gépekkel szemben, mert ha valamelyik rotor netán bármibe beleütne, a kár is sokkal kisebb. A kisméretű pilóta nélküli repülőeszközök így bármihez közel repülve biztonságosabbak.

A biztonság és hatékonyság figyelembe vételével egyes kvadrokopterek rotorjait keretbe foglalják, ezáltal szűk, veszélyes környezetben kisebb a kockázata, hogy a jármű megrongálja magát vagy más. Mivel az alap gépek konstrukciója viszonylag egyszerű és manőverező képességük kifogástalan egyre elterjedtebb eszköz az amatőr modellezők körében.

⁸ Forrás: http://mobilarena.hu/hir/apple_blog_erkezik_az_uj_ar_drone.html; Letöltés: 2013. február 16.

⁹ VTUAV - Vertical Takeoff and Landing Unmanned Aerial Vehicle: Függőlegesen fel- és leszálló pilóta nélküli repülő eszköz



3. ábra: Keretbe foglalt rotor rendszerű kvadrokopter¹⁰

A kvadrokopter előnye még az elektromos meghajtás, amivel veszélytelenebb üzemmódot lehet elérni és a zavaró füst kibocsátás így teljes mértékben kiküszöbölhető.

A kvadrokopterek fejlesztésének és alkalmazhatóságának főbb irányai

Több olyan eszközt lehet találni a polgári és katonai felszerelések között, mely különböző felderítési, információszerezési feladatra alkalmas lehet az eszköz által nyújtott lehetőségekhez mérten. A legtöbb eszköz kezelése, vagyis a kezelés bonyolultsága és sokrétűsége attól függ, hogy mennyire bonyolult maga a szerkezet, mennyire finom és apró mozdulatokra, mozgásmódokra képes. Ebben az esetben nem mondhatjuk azt, hogy arányos összefüggés van a szerkezet bonyolultsága és irányíthatósága, kezelhetősége között. Egy kísérletező kedvű autópári cég ezt a bonyolult kezelhetőségi problémát is megoldotta. Egy négyrotoros, orrában webkamerát is hordozó eszköz irányításához nem kell külön távvezérlő, mint a makettekhez. Az irányítóprogramot iPad-re vagy iPhone-ra lehet letölteni, a telefon vagy tablet bedöntésével vezérelhető a kvadrokopter, miközben a kijelzőn látjuk az orrkamera által közvetített képet. A két egység között a kapcsolatot wifi-kapcsolat¹¹ biztosítja. A vezérlő szoftver elsősorban arra figyel, hogy a gép stabilan álljon a levegőben, és ha bármilyen mechanikai illetve környezeti hatás következtében az egyensúly felborul, akkor villámgyorsan egyenesbe hozza magát. Mivel a vezeték nélküli mikrohullámú kommunikációt privát hálózaton belül is működtethetjük. A privát hálózat olyan kialakítás, melyben a hálózat saját felhasználásra van kialakítva, melyet egy titkos jelszó véd, így ahhoz csak a jelszó ismeretében lehet csatlakozni. Az eszközünk ebben az esetben alkalmas lehet egy adott területen olyan felderítési feladatok ellátására, melynek nélkülözhetetlen velejárója a hálózati kommunikáció korlátozása. Ilyen feladat lehet az RCIED¹² és a COIED¹³ felderítése. [6]

A kvadrokopterek alkalmazásánál fontos, hogy ne hogy rárepüljön valamilyen mozgás szabad-

¹⁰ Forrás: <http://www.origo.hu/techbazis/hightech/20120208-eletmenteshez-es-haboruhoz-is-kivaloak-az-uj-quadrokopterek.html>; Letöltés: 2013 február 16.

¹¹Wifi: az Institute of Electrical and Electronics Engineers által kifejlesztett vezeték nélküli mikrohullámú kommunikációt megvalósító, széleskörűen elterjedt szabvány (IEEE 802.11) népszerű neve. Kialakítása a következő módokon lehetséges: publikus, nyílt hálózat; privát hálózat; publikus, zárt hálózat; publikus, részlegesen zárt hálózat; kereskedelmi szolgáltatás.

¹² RCIED – Remote Control Improvised Explosive Devices - Távírányítású házi készítésű robbanó szerkezet

¹³ COIED – Command Operated Improvised Explosive Devices - Távvezérelővel rendelkező robbanó szerkezet

ságát akadályozó tárgyra. Egyes típusok kialakításánál ezért alkalmaznak az eszköz alján elhelyezett ultrahangos egységet és has kamerát, mely rendszer az autó tolatóradarjához hasonlítható. Mivel az eszközök szoftverei fejleszthetők egyes típusaik nem csak látványos manőverekre, hanem előre programozott útvonalak bejárására is alkalmazhatók nem jelenthet problémát a felderítési feladatok során, ha az eszköz elveszíti a kapcsolatot a kezelőjével.

A gép segítséget jelenthet olyan területeken, ahol az épületek vagy egyéb természeti akadályok miatt nem létesíthető kapcsolat az alegységek és parancsnokságuk között. Egy parancs és a kvadrokopter felemelkedik az épületek, hegycsúcsok fölé, de akár kirepülhet egy barlangrendszerből és az első helyen, ahol érzékeli a kapcsolatot elküldi az üzenetet a kívánt helyre. Az ilyen képességek alkalmassá tehetik katasztrófa helyszíneken történő alkalmazásra is. [7][8]

A technika fejlődésével és emberi leleményességgel az eszköz több dologra is programozható. A mintafelismerő képesség miatt az eszközt arra is meg lehet tanítani, hogy tárgyakat találjon meg. Az egyik fejlesztő a macskája nyakörvére ragasztotta a jelzésként szolgáló címkét, a kvadrokoptert pedig arra utasította, hogy biztonságos magasságból kövesse az állatot. Az ilyen képességek figyelembe vehetőek szintén katonai feladat ellátásánál, de a katasztrófavédelmi feladatok ellátásánál is segítséget jelenthet. [9]

Feladattípustól függően több repülő eszközt is alkalmazhatunk, mivel az eszközök nem csak a környezetükre, de egymásra is képesek figyelni. Több repülőeszköz összehangolását infravörös jeladókkal és infravörös kamerákkal oldották meg. A robotok folyamatosan sugározzák a saját helyzetüket a raj többi tagjának, így még időben korrigálni tudják a haladási irányukat, ha netalán ütközőpályára kerülnének.

A kvadrokopterek katonai és rendvédelmi alkalmazása

Közvetlen felderítő támogatásra több nemzet katonái is alkalmaztak és alkalmaznak négy rotoros távirányítású repülőeszközöket. Különböző terepviszonyok és környezeti hatások között az eszközök más-más hibát tárnak az alkalmazók elé. Az IdZ¹⁴ alegységek Afganisztánban alkalmaztak egy kisméretű közel 1 méter átmérőjű nappali és infra kamerával ellátott, közel-felderítésre alkalmas pilóta nélküli kvadrokoptert, amely a felderítési adatokat valós időben képes biztosítani a katonáknak.

¹⁴ IdZ - Infanterist der Zukunft a német haderő fejlesztési projektje. A német haderő a megváltozott kihívások és harci feladatok sikeressége miatt indította a programot. Célul tűzték ki a német katona ellátását olyan korszerű eszközökkel, amelyek nagyfokú védelmet és az eddigieknél sokoldalúbb feladat végrehajtó képességgel ruházza fel a külföldön feladatot teljesítő katonákat. Lásd bővebben: Gácsér Zoltán - A katona harci képességét növelő korszerű, hálózatba integrált egyéni felszerelésrendszerének kialakítási lehetőségei a Magyar Honvédségben, PhD értekezés 2008., pp.:36.



4. ábra: Az IdZ alegység felderítő kvadrokoptere¹⁵

Vannak olyan fegyveres szervezetek, melyek nem építenek saját eszközt, hanem egy már meglévő és jó konstrukciójú megoldást választanak és ezt saját igényeik szerint gyártatják a kivitelező céggel. Ilyen szervezet például a CAPS¹⁶. A kínai rendőrség különleges bevetési csoportja Németországból vásárolt saját igényei kielégítő kvadrokoptereket. A Microdrones GmbH. által készített és forgalmazott Mi MD4–200 valamint Mi MD4–1000 pilóta nélküli repülőeszközt ugyan ipari alkalmazásokra tervezték, de több igény is felmerült anti-terrorista feladatoknál történő alkalmazására. A kínai rendőrség ezekből az eszközökből vásárolt és alkalmazza feladataik ellátására. [10]

Angliában a liverpooli rendőrség is használja a Microdrone MD4–200 kvadrokoptert, mint bizonyítékgyűjtési eszközt és a West Midlands-i tűzoltóság is vásárolt ugyanebből a típusból a válsághelyzetek támogatására. Mindkét szervezet kihasználja a kvadrokopter zártláncú televíziós képességeit. A West Midlands-i tűzoltóság helyettes vezetője szerint: *"Ez egy fantasztikus új technológia, amely biztosítja a valódi előnyt számos vészhelyzet kezelése során. Képes bemutatni az esemény helyszínét, így teljes képet látunk az katasztrófák környezetéről, ezáltal segít a parancsnokoknak az életmentő döntések meghozatalában."*¹⁷



5. ábra Mi MD4–1000 UAV platform¹⁸

¹⁵ Forrás: <http://www.rp-online.de/politik/der-soldat-der-zukunft-1.2229211>; Letöltés: 2013. február 17.

¹⁶ CAPF – Chinese Armed Police Forces Kínai rendfenntartó rendőrség

¹⁷ A szerző fordítása a - <http://illumun.usc.edu/162/the-quadrotors-coming-of-age/> - cikk alapján.

¹⁸ Forrás: <http://www.microdrones.com/products/md4-1000-key-information.php>; Letöltés 2013. február 17.

Sok megoldás lehetséges a négyrotoros gépek felhasználását illetően, de a fejlesztők és legfőképpen a védelmi szektor attól tart, hogy ez az eszköz nem csak elősegítheti a saját csapataink munkáját, hanem rossz kezekben akadályozhatja is. Gondoljunk csak bele egy ilyen néhány tízezer forintért beszerezhető szerkezet a megfelelő kezekben milyen pusztítást tud végezni. Ma már léteznek olyan méretű kvadrokopterek, melyek akár 10–15 kilogramm terhet is képesek magukkal vinni. Mi történne, ha ez a szerkezet egy IED¹⁹?

Az internet térnyerésével az információáramlás, az új megoldások egyre gyorsabban jutnak el az illetéktelen kezekbe, akik sajnos pontosan tudják, hogyan használják azokat.



6. ábra: Látszólag felfegyverzett kvadrokopter²⁰

ÖSSZEGZÉS

A kvadrokopterek a XX. század elején még olyan problémákat tártak a tervezők elé, melyeket nem tudtak megoldani. Néhány évtizeddel később azonban a technológia fejlődésével létrejöttek azok a tervezői megoldások, melyek hozzásegítették a négyrotoros gépeket az újjászületéshez. Eltörpültek a méretekből adódó problémák, megoldásra leltek a környezeti hatások kiküszöbölésének lehetőségei. A napjainkban használt kvadrokopterek már a modern technológia elemeivel vannak felvértezve. Nagyfelbontású fényképezőgépek, kamerák, érzékelők letapogatók, működtető szoftverek segítik a felhasználók munkáit. A repülőeszköz sok területen könnyíti meg a napi munkálatokat. Használják fényképészek, média ügynökségek, régészek, meteorológusok, katasztrófavédelem, rendőrség és biztonsági cégek és természetesen a katonák is.

Számunkra a legfontosabb feladat, melyet betölthet az anti-terrorista műveletekben való részvétel. Ezen belül fontos feladat a robbanóanyagok felderítése, épületek külső és belső átvizsgálása valamint nagyfelbontású képekkel és videó felvétellel valós idejű információkat biztosítani az alkalmazók számára.

Fontos megemlíteni, hogy védelmi feladatok mellett az eszköz rossz kezekben jelentős és hasznos fegyverként funkcionálhat, ezért az eszközök képességeit és fejlesztési információit

¹⁹ Improvised Explosive Device - nem hagyományos eljárással előállított „házi készítésű” robbanó szerkezet; Lásd bővebben: Kovács Zoltán: Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai; Műszaki Katonai Közlöny Online XXII:(2) pp. 37-52. (2012)

²⁰ Forrás: <http://www.popularmechanics.com/technology/military/planes-uavs/armed-quadrotors-are-coming-10720086>; Letöltés: 2013. február 17.

fontos lenne megbízható kezekben tartani. A legszörnyűbb, hogy ebbe kevesen gondolnak bele. Néhány pillanat alatt elérhető volt a szerző számára olyan szerelési útmutató, mely megkönnyítheti az eszköz működőképes kialakítását és leírja az esetleges szerelési problémákat („4,2 kg.-nál nagyobb cuccot nem bír el, csak ha növeljük a rotor átmérőt”).

A kvadrokopter tehát egy olyan technikai eszköz, mely megfelelő kialakítás mellett alkalmazható saját csapataink támogatására. Segítheti az improvizált robbanóeszközök elleni tevékenységet, de nem szabad elfelejteni, hogy rossz kezekben egy nagy hatékonysággal alkalmazható fegyverré válhat.

TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások

„A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.”

„The project was realised through the assistance of the European Union, with the cofinancing of the European Social Fund.”

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] GÁCSER Zoltán: Napjaink katonai műveleteiben alkalmazott pilóta nélküli repülőeszközök, Fél évszázad forgószárnyakon a magyar katonai repülésben, Konferencia kiadvány (CD), ZMNE, Szolnok 2005.
www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2005_cikkek/gacser_zoltan.pdf (2013.02.16.)
- [2] MARTON Csaba: Légi felderítés robotokkal; <http://www.zmne.hu/tanszekek/ehc/konferencia/april2001.html> (2013.02.16.)
- [3] MARTON Csaba: A pilóta nélküli repülő eszközök alkalmazása elektronikai felderítési feladatokra; Repüléstudományi Közlemények, Szolnok, 2000. XII.évf. 29.sz.
- [4] BUNKÓCZI S. - DUDÁS Z. Hogyan tovább: Pilótával vagy nélküle?, Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények; http://193.224.76.4/download/konyvtar/digitgy/nek/2003_2/05_bunkoczi_dudas.pdf
- [5] PROKOB Tibor: A pilóta nélküli repülőeszközök felderítő képesség-javítás lehetőségei a Magyar Légierőnél; 193.224.76.4/download/konyvtar/digitgy/nek/2003_3/08_prokob.pdf
- [6] <http://www.origo.hu/techbazis/20120625-a-dublino-galeria-dronjai-vezetek-nelkuli-internetallomaskent-is-funkcionalnak.html> (2013.02.17.)
- [7] S. Bouabdallah et al. "Design and Control of an Indoor Micro Quadrotor," in Proc. IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2004, pp. 4393-4398.
- [8] A. DiCesare et al. "Design Optimization of a Quad-Rotor Capable of Autonomous Flight." Rep. Worcester Polytechnic Institute.
- [9] I. Thomson. "Police Camera Drone Takes to the Skies." CRN. Internet: <http://www.channelweb.co.uk/vnnet/news/2190448/police-camera-drone-takes-skies>, May 22, 2007 (2013.02.17.)
- [10] GÁCSER Zoltán - A katona harci képességét növelő korszerű, hálózatba integrált egyéni felszerelésrendszerének kialakítási lehetőségei a Magyar Honvédségben, PhD értekezés 2008.
- [11] D. Mellinger. "Quadrotor." Internet: <http://fling.seas.upenn.edu/~dmel/wiki/index.php?n=Main.Quadrotor>, June 11, 2010 (2013.02.16.)