

Gajdács László, Major Gábor

AZ UAV¹ ALKALMAZÁSÁNAK KOCKÁZATAI A BIZTONSÁGTECHNIKA TERÜLETÉN

Az elmúlt években, – többek között a repülőipar, a számítás- és az irányítástechnika rohamos fejlődésének következtében – az olyan eszközök mind szélesebb körű elterjedése is lehetővé vált, amelyeket azt megelőzően csak szűk, sajátos felhasználói réteg alkalmazhatott speciális feladatokra és megoldásokra. Elmondható, hogy a napjainkban ismert repülőeszközök közül (az űreszközöket ide nem sorolva) talán a legdinamikusabban a pilóta nélküli légitárművek fejlődnek. Ezen légi eszközök felhasználási körének fejlődése, bővülése az utóbbi évtizedekben is töretlen, sőt viharos gyorsaságú. Az alábbi publikációban a szerzők azt mutatják be, hogy egy speciális területen, mint a biztonságtechnika, milyen problémákkal szembesül a „drónhasználó”. A cikkből az olvasó megismerheti a biztonságtechnika területén alkalmazott UA² repüléskockázati elemeit, azok minimalizálásának szükségességét és lehetőségeit.

Kulcsszavak: pilóta nélküli légitármű rendszerek, drón, biztonságtechnika, repülésbiztonság, jogi szabályozás, etikus használat

BEVEZETÉS

Az utóbbi időben egyre nagyobb számban jelennek meg pilóta nélküli eszközök nem csak kutatási, hadiipari, hanem szerteágazó, akár polgári felhasználási területeken is. Egyre szélesebb körű az a piac, amit a gyártók próbálnak lefedni. Ezen eszközök elterjedése során számos kérdés merül fel a használatukkal, valamint az üzemeltetésükkel kapcsolatban. A biztonságtechnikai területén is újabbnál-újabb lehetőség mutatkozik ezen eszközök felhasználására.

A cikkben az UAV alkalmazások közül csupán néhány terület kerül érintésre a teljesség igénye nélkül. Ennek fő oka az, hogy a biztonságtechnikában még kezdetleges a pilóta nélküli légitárművek alkalmazása.

Egyre szélesebb körben történő alkalmazhatósága miatt azonban szükséges és nélkülözhetetlen az előforduló zavaró hatások vizsgálata, valamint lehetőség szerint azok kiszűrése, minimalizálása.

Mindennapi példák sorra bizonyítják, hogy bármilyen UAV, amit civil felhasználásra készítettek, értékesítettek a világon, a hagyományos szenzorjai helyett akár más eszközt (pl. fegyvert, robbanóanyagot, zavarókonténert) is hordozhat. Abból az elvből kiindulva, hogy ezek a légitárművek támadó eszközként is alkalmazhatók, az UAV-k fegyverhasználatának blokkolása szükséges mindaddig, amíg minden kétséget kizáróan nem szabályozható és/vagy nem tartható kézben a fegyveres pusztítás lehetősége [9].

A publikációban a szerzők arra keresik a választ, hogy a kereskedelemben forgalmazott pilóta nélküli légi eszközök mennyire zavarvédett rendszerek, ez összefüggésbe hozható-e repülés biztonsági

¹ Unmanned Aerial Vehicle/Unmanned Aerial System (pilóta nélküli légitármű/pilóta nélküli légitármű rendszer)

² Unmanned Aircraft (ICAO Circular 328)

kockázatával? További fontos, vizsgálatra szoruló kérdés, hogy hol, milyen szándékkal és milyen paraméterekkel rendelkező drón üzemeltetéséről beszélünk? A biztonság érdekében szükség van az eszköz és üzemeltetője feletti hatósági kontrollra? Az utolsó vizsgálati szempont, hogy az időjárás viszonyok ismerete, az időjárás pontos előrejelzése mennyiben nélkülözhetetlen kelléke egy alapos tervezési munkának, majd egy sikeres repülési feladat végrehajtásának?

REPÜLÉSBIZTONSÁGI KOCKÁZATOK AZ UAV-K HASZNÁLATA SORÁN

Az UAV-k repültetését alapvetően kétféle módon tudjuk végrehajtani. Az egyik irányítási mód a szabad szemmel látható, tehát a látóhatáron belül történő irányítás, a másik pedig a szabad szemmel nem látható, azaz a látóhatáron kívüli működtetése a légi járműveknek. Utóbbi repülési mód megjelenítőiről, mint például az FPV³, Prof. Dr. Makkay Imre részletesen foglalkozik a Pilóta nélküli repülés profioknak és amatőröknek című könyvben, ahol leírja, hogy „a technikai korlátok megszűnte, még nem jelenti az alkalmazás teljes szabadságát.” [10]. A pilóta nélküli eszközök mindkét módon történő repültetése előre prognosztizálható kockázattal jár a repülések biztonságát illetően. Ezeket a repülés során jelentkező kockázati tényezőket a következő elemek befolyásolhatják, amelyeket az 1. ábrán jelzett módon csoportosíthatjuk:



1. ábra A kockázatok csoportosítása (szerkesztette a szerző) [1]

Jogi szabályozás területe, jelenlegi helyzete, szükségessége

Az UAV eszközök használatának jogi szabályozása az eszközök megjelenése óta foglalkoztatja azokat a szervezeteket, hatóságokat, amelyek érdekeltek a biztonságos repülési körülmények megteremtésében és fenntartásában.

A rohamléptekben történő fejlődésének köszönhetően a távirányítható repülőgépek technikai színvonala napról-napra javul. Ezért, nem elegendő csupán – az EU és jelentősebb nemzetközi szervezetek által is sürgetett – a háborús területeken történő alkalmazásuk nemzetközi jogi szabályainak a kidolgozása, hanem az emberi és szabadságjogok egyéb területeinek korlátozását

³ First Person View – a pilóta szemével látható kép

jelentő alkalmazások lehetőségeire is figyelemmel kell lenni, ami nap, mint nap új kihívások elé állítja a jogalkotást, jogértelmezést. A drónokkal, azok felhasználásával, üzemeltetésével kapcsolatos jogszabályok rendszerbe foglalása „fényévekre” lemaradt a technikai és technológiai fejlődéstől. Ez azt a veszélyt rejti magában, hogy a könnyen hozzáférhető, kettős felhasználású (katonai és polgári célú) UAV-k visszaélések elkövetésére is alkalmassá válhatnak [8].

A Magyarország felett elhelyezkedő légteret úgy a pilóta által vezetett, mint a pilóta nélküli repülőgépek is használják, használhatják. Ez a tény teszi fontossá, hogy az adott légtérhez való hozzáférés megfelelően szabályozva legyen, illetve megvalósítható legyen a rugalmas engedélyezési eljárás az UAV eszközök számára is. Ennek megteremtéséhez alapvetően az szükséges, hogy meghatározásra kerüljön, hogy milyen kategóriájú, milyen felszálló tömeggel rendelkező – ezen belül mekkora hasznos terhet szállítani képes – légi járműveknek kell az engedélyezési eljárásban részt venni. A jogi környezet mielőbbi megalapozása azért szükséges továbbá, mert az egyre szélesebb körben elterjedő UAV eszközök egyre szélesebb felhasználást eredményeznek. Ezáltal növekszik a különböző repülő események kialakulásának kockázata. Fontos és jelenleg még szabályozatlan területnek számít a pilóta nélküli eszközök felelősségbiztosításának a kérdése. Ez azért meghatározó terület, mivel sem a magyar, sem pedig az európai légtérben nem lehet olyan légi járművel repülni, amelyre a fenntartója nem kötött megfelelő biztosítást. Viszont a jelenlegi, ezzel foglalkozó szabályozások nem kötelezik az eszköz fenntartóját ilyen vagyoni, kár okozási jellegű biztosítás megkötésére. Éppen ezért fontos ezt a területet szabályozni, mivel egy esetleges UAV lezuhanásakor a földön lévő környezetben is okozhat károkat [3].

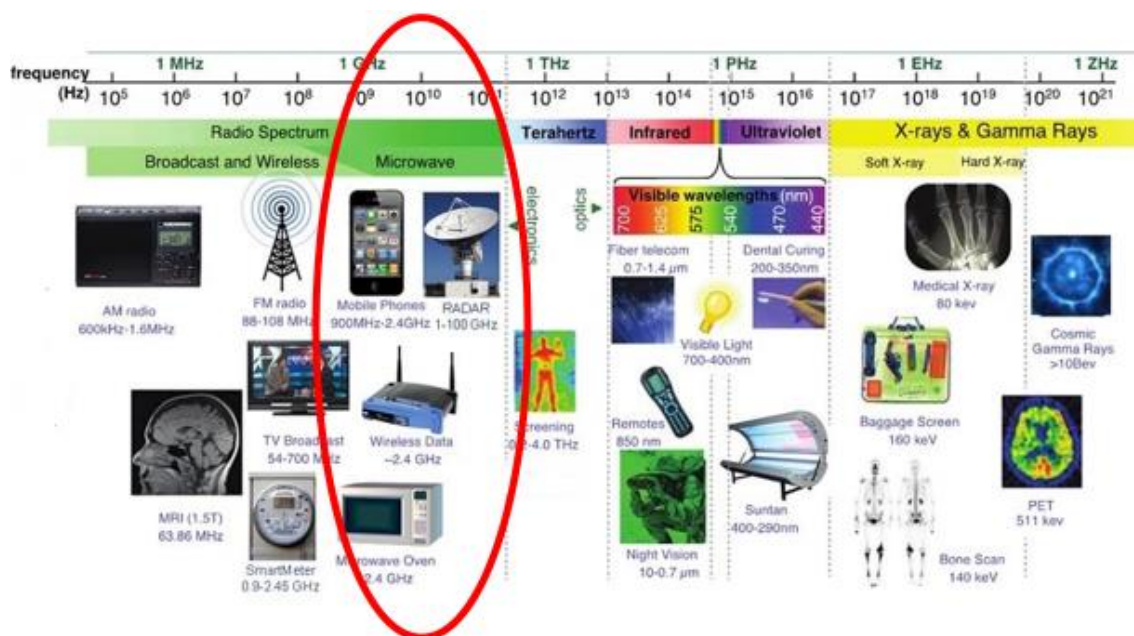
A jogi, etikai szabályozás további területe a fedélzeti kamerával rögzített videók, képek megfelelő adatkezelése, mivel ezek hanyag vagy szándékos, nem körültekintő felhasználása adatvédelmi törvényeket, személyiségi jogokat is sérthet.

Általánosságban kiemelendő azonban, hogy nem ezeknek a speciális személyzet nélküli légi járműveknek a használata jelent adatvédelmi problémát, hanem az ezen eszközökre szerelhető kiegészítőkkel megvalósuló atipikusnak⁴ mondható adatkezelés. A legfőbb eltérés az eddigi adatkezelésektől az, hogy még a rendeltetésszerű használat is nagyon erős behatolást jelenthet a személyek magánszférájába, hiszen az eszköz képes arra, hogy válogatás nélkül gyűjtsön adatokat mindenről, ami a látókörébe kerül. Ez a látókör, az eddigi hasonló technológiák használati tapasztalataival összevetve szokatlanul széles és igen gyorsan változtatható. Ha nincs rá irányadó szabályozás (szemben egy helikopterre szerelt kamerával, vagy egy fix vagyoni védelmi kamerarendszerrel), képes arra, hogy mozgó személyeket, tárgyakat kövessen, anélkül, hogy erről az érintetteknek tudomása lenne. Ezen új technológia segítségével az adatkezelő könnyen képessé válhat rejtett megfigyelésre, hiszen a szállító légi eszköz mérete, amely a megfigyelést lehetővé teszi, egészen kicsi is lehet. Nehezen, vagy egyáltalán nem észlelhető továbbá gyors, sok esetben észrevétlen helyváltoztatásra képes [8].

Műszaki megoldások vizsgálata, fejlődésének szükségessége

⁴ Nem tipikus, ritkán előforduló.

Napjainkban a pilóta nélküli eszközök a 2,4 GHz-es frekvencia tartományban kommunikálnak (FHSS⁵ modulációt használva) a távvezérlővel. A problémát viszont az jelenti, hogy a társadalomban is széles körben használt vezeték nélküli eszközök (vezeték nélküli telefon; Wi-Fi eszközök) többsége is ebben a frekvencia sávban működik, ahogyan a 2. ábrán látható. A kommunikációs technológia rohamos fejlődése miatt egyre több eszköz, rendszer használja ezt az ISM⁶ frekvencia sávot, amely így lassan telítődésbe kerül és óhatatlanná válik, hogy az eszközök egymást zavarják. Az irányítás elvesztése egy eszköz felett akár ideiglenesen, akár véglegesen mindenképpen kockázattal járó helyzet. Erre példa, egy 2006-ban, az öcsényi repülőtéren történő eset, amikor nemzetközi repülő-modellező bemutatón egy több mint két méteres repülőgépmoddell a nézők közé zuhant. Négyen könnyebben megsérültek, két ember pedig azonnal életét veszítette. Vélhetően egy, a rádió adó-vevőjét használó taxis vagy CB-rádiós okozhatta azt a rádiófrekvenciás zavart, amely miatt a baleset bekövetkezett [15]. Nem véletlen, hogy az UAV gyártók, az eszköz használati leírásában általában ajánlják a felhasználónak, hogy az okos telefonon repülő üzemmódban használják a repülés folyamán, ha az közvetlenül csatlakozik a rendszerhez (pl.: videó rögzítése esetén) [5].



2. ábra Az elektromágneses sugárzás spektrumképe a zsúfolt ISM sávval (szerkesztette a szerző) [14].

A pilóta nélküli légi járművek esetében úgy, mint az ember által vezetett repülőgépek esetében is, a robotpilóta is szerves része lehet a jármű rendszerének. Ez szükséges a pontos útvonal tartásában, ám hibás adatok (pl. GPS adatsomag zavarás), vagy a navigációs rendszer vétel kiesése esetén, hiba lehet a döntési folyamatban, aminek következtében az eszköz akár lezuhanhat, megsemmisülhet, kárt okozhat épületekben, szélsőséges esetben az emberi életet is veszélyeztetheti [13].

⁵ Frequency Hopping Spread Spectrum – Frekvenciaugratásos kiterjesztett spektrum – modulációs technika, kódosztásos többszörös hozzáférésű (CDMA) rendszer.

⁶ ISM (Industrial-Science-Medical) – Ipari, tudományos és orvosi területen működő eszközök rádió frekvencia sávjai. A Nemzetközi Távközlési Konferencia (ITU) 1947-ben határozta meg.

A repülésbiztonságot befolyásoló tényező még a drónok⁷ műszaki, időszakos karbantartása is, amelyről csupán ajánlások vannak a gyártók részéről, de ezeknek a betartása minden felhasználó saját felelőssége. Így teljes mértékben az üzemeltetőre van bízva, hogy milyen munkálatokat mikor végez el. Ebből adódik, hogy nem megfelelő karbantartás is eredményezhet repülő eseményeket.

Emberi tényező

Nem mindegy, hogy a légi járművel történő repülését ki, hol és milyen szándékkal készül végrehajtani. Ha az ártó szándéktól még el is tekintünk, az emberi hibalehetőség spektruma még így is széles marad, ami jelentős kockázati tényezőt hordoz magában. A 3. ábrán egy FPV-s repülés látható mikor a kezelő akár egy helyiségben ülve, a monitor képernyőjén megjelenő adatok alapján „vezeti” az eszközt, a valós légihelyzetet nem pontosan ismerve. Ez magában hordozhat nagyon sok rizikófaktort, ui. a kamera felbontásának elégtelensége, vagy az adatátvitel gyengébb sebessége okán akár végzetes helyzetek is kialakulhatnak vagy az információ hiánya miatt a pilóta rossz döntéseket hoz, hozhat.

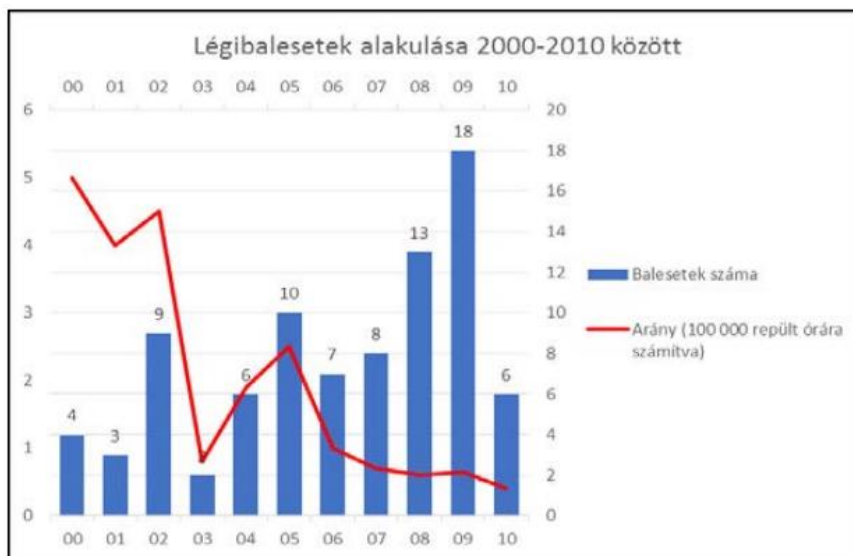


3. ábra Az emberi faktor [2]

Akár az előző kockázatot alapul véve, az UAV légibalesetek („A” osztályú⁸ légi katasztrófa gyakorisága) 2000–2010 közötti kimutatása alapján egyértelműen megállapítást nyert az a tény, hogy az emberi hiba nagy százalékban (80–90%) játszik szerepet a katasztrófák kialakulásában és megtörténtében. Ezt alátámasztva a 4. ábrán kerül bemutatásra, hogy miként alakultak az UAV katasztrófák.

⁷ A köznapi használatban a pilóta nélküli légi járművekre (UA – Unmanned Aircraft) használt kifejezés.

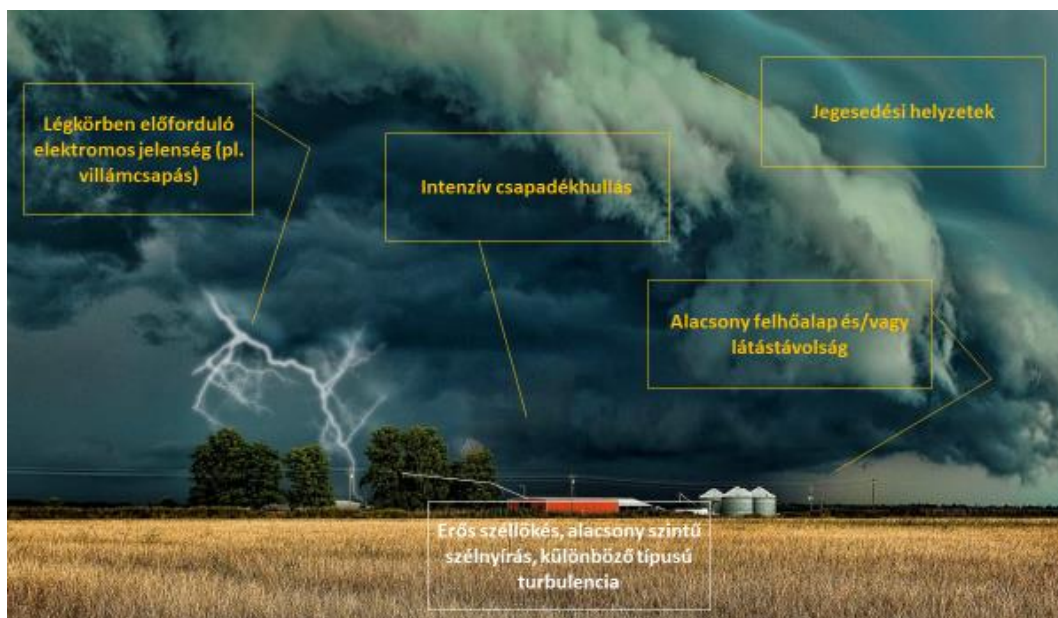
⁸ „A” osztályú az az esemény, ha halált, rokkantságot, vagy totálkáros megsemmisülését okozza a technikai eszköznek.



4. ábra UAV eszközökkel történt légi balesetek gyakorisága [10]

Az időjárás repülést befolyásoló hatása

Ebbe a kockázati kategóriába sorolható az emberi tényező mellett az időjárás szerepe is, melynek néhány eleme az 5. ábrán kerül szemléltetésre. A szabadtéren történő használat során számos olyan meteorológiai helyzet alakulhat ki, amelyet nem ismerve, végső soron az eszközünk megsemmisülését is eredményezheti. Ezeknek a légköri viszonyoknak az előrejelzése, megismerése a repülési terv átdolgozását, felelős tervezést igényel, amely a repülési kockázatokat nagymértékben csökkenti, minimalizálja [10].



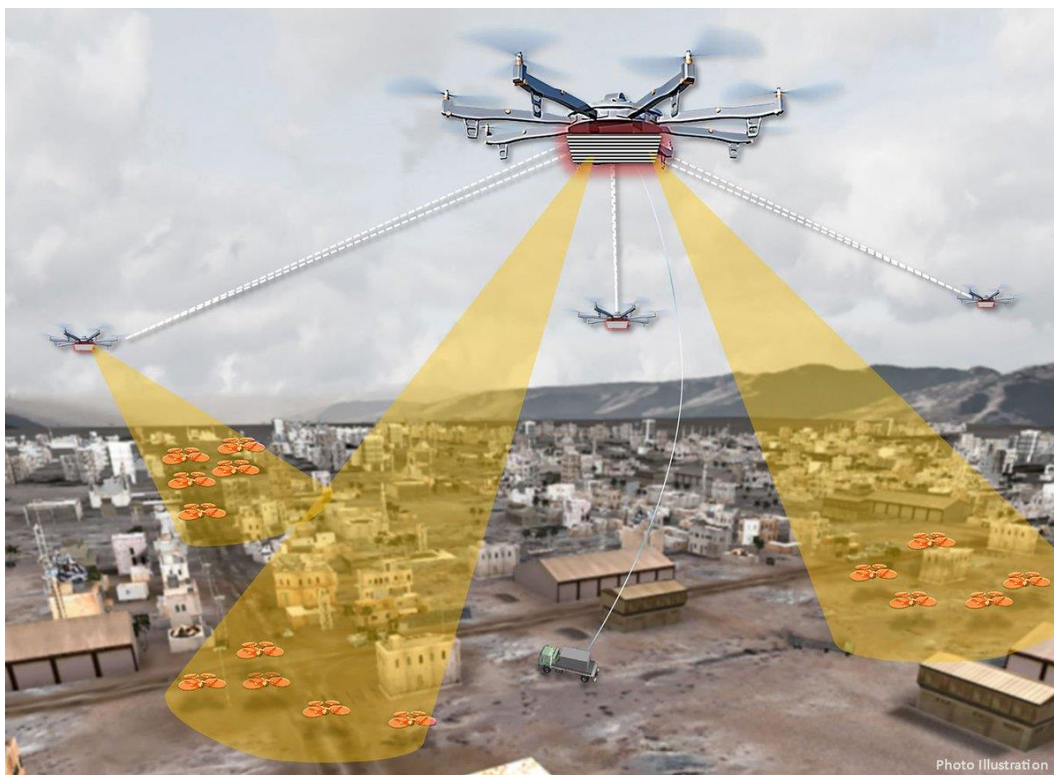
5. ábra Az UAV-ra veszélyes időjárási jelenségek (szerkesztette a szerző)

UAV ESZKÖZÖK FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGEI A BIZTONSÁGTECHNIKA TERÜLETÉN

Az UAV-k felhasználását tekintve egyre inkább szélesedik az a piac, ami ezeket az eszközöket alkalmazza nem csak katonai vonatkozásban, hanem számos civil területen is. Ide sorolható a biztonságtechnika területe is, aminek legfőbb célja valaminek a megelőzése azáltal, hogy fenn tart egy biztonságosnak kijelenthető állapotot. Ebben a fejezetben olyan speciális alkalmazási területeket mutatunk be, ahol a pilóta nélküli légitűeszközök felhasználása intenzívebb, amely előre vetíti a hasznosításuk egyre nagyobb szükségességét.

Telephelyek területvédelme

Ide olyan objektumok tartoznak, amelyek fallal, vagy kerítéssel körülhatárolt területet jelentenek és ezen belül helyezkednek el a védendő személyek, létesítmények, raktárak, gyárak. A meglévő, vagyónvédelmi rendszer mellett, vagy akár teljes egészében helyettesítve azt, sokkal pontosabb nyomon követést lehet megvalósítani az elkövetőkkel szemben. Így egy esetleges támadási, illetve behatolási kísérlet esetén sokkal több információval lehet szolgálni a behatolást és az azt követő folyamatot figyelemmel kísérve a levegőből. A riasztott fegyveres biztonsági őrség, vagy rendőrség helyszínre történő kiérkezéséig valós időben és biztonságosan lehet megfigyelni, követni az elkövetők mozgását infra-, vagy hőkamera segítségével [6].



6. ábra Telephelyek területvédelme drónokkal [12]

Elsősegélynyújtás levegőn keresztül

Ezt a megoldást nagy területen elhelyezkedő gyárak, üzemek esetében lehet alkalmazni abban a formában, hogy például egy baleset esetén az egészségügyi csomagot a sérülthöz lényegesen gyorsabban lehessen eljuttatni, mint földi úton, a mentők helyszínre érkezéséig.

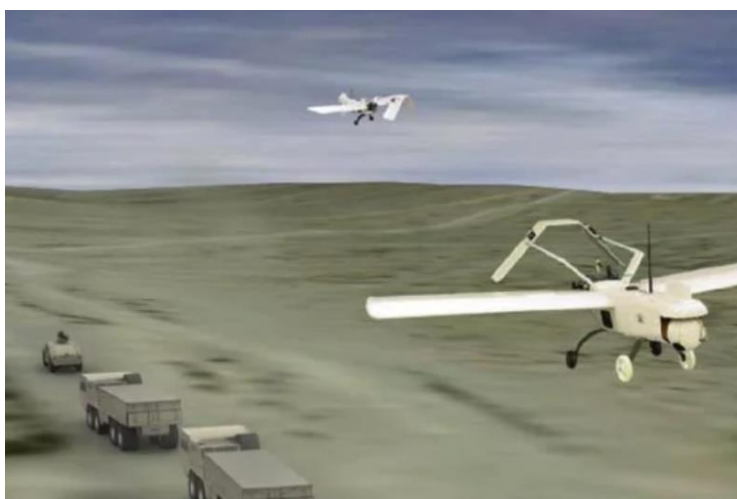
Másik lehetőségként a különböző magassági viszonyok leküzdésére történő alkalmazása lehetséges, például hegymászó táborokból egy esetleges balesetet szenvedetthez való egészségügyi felszerelés eljuttatása, amellyel jelentős idő spórolható meg, így adott esetben emberéletet menthet meg.



7. ábra Elsősegélynyújtás levegőn keresztül drónokkal [4]

Szállítmányok őrzése, légi biztosítása

Ebben az esetben a nyilvánvaló cél egy „A” pontból kiinduló és „B” pont felé tartó szállítási feladat biztosítása, amelyben fontos személyek, veszélyes-, radioaktív anyagok, hulladékok stb. szállítása történik, vagy akár egy katonai műveleti területen (missziós területen) végrehajtott szállítási feladat kiegészítő biztosítása is lehet a levegőből [6].



8. ábra Szállítmányok őrzése, légi biztosítása drónokkal [11]

Aknamentesítés emberi áldozat nélkül

Egyes becslések szerint több mint 100 millió akna van telepítve szerte a világon, amelyek minden évben megközelítőleg 20 000 embert sebesítenek vagy ölnek meg. Az UAV alkalmazásával közel 20-szor gyorsabban megtisztíthatók lennének ezek a területek. A becslések szerint kevesebb, mint tíz év alatt mentesíteni lehetne ezeket az elaknásított területeket a 9. ábrán látható módszerrel, eljárással. Nem csak hogy gyorsabb eljárás a pilóta nélküli eszközök alkalmazása, de olcsóbb és legfőképpen biztonságosabb is [7].



9. ábra Aknamentesítés emberi áldozat nélkül drónokkal [7]

KONKLÚZIÓ

A publikációban megfogalmazott kockázatok figyelembevételével és a lehetséges felhasználási módokat szem előtt tartva, a biztonságtechnika területén az UAV légitársaságokkal szemben több, az emberi élet megóvása és az eszköz épségének biztosítása érdekében számos követelményt kell lefektetni.

A repülések biztonságosabbá tétele érdekében az egyik ajánlásunk, hogy emberi távirányítás és autonóm repülés esetén is, a földi állomás és az UAV közötti kommunikációs kapcsolatot úgy kell megvalósítani, hogy ne lehessen szándékosan zavarni, törekedni kell a leginkább zavarvédett állapotra.

Az eszköz oldaláról megvizsgálva, úgy kell megválasztani az adott cél érdekében a légitársaságunkat, hogy a különböző időjárási viszonyoktól függetlenül, a biztonságos „hazatéréshez” elegendő „energiatartalékkal” rendelkezve, szabad téren való felhasználás esetén se veszélyeztessen sem a repülés-, sem pedig a feladat pontos végrehajtásának biztonságát.

Az írásunk elején célként fogalmaztuk meg, hogy válaszokat keresünk arra a kérdésre, hogy vajon a jelen kor pilóta nélküli eszközeinek zavarvédelme mennyire fejlett? Megállapítható, hogy a kereskedelemben forgalmazott eszközök nagy része nem maradéktalanul zavarvédett rendszer, ami jelentős repülés biztonsági kockázattal jár. Természetesen az említett kockázati tényező jelentősen függ a pilóta nélküli légitársaság műszaki és technikai paramétereitől.

Másik fontos felvetés az volt, hogy az üzemeltetők feletti ellenőrzés mennyire időszerű? Ebben az esetben a jogalkotás során célszerű mérlegelni, hogy milyen szándékkal, földrajzilag, mely terület felett és milyen kategóriájú eszközzel történik a repülés. Mindebből az következik, hogy bizonyos osztályú eszközök esetében szükséges és nélkülözhetetlen az eszköz és üzemeltetője feletti hatósági kontroll. Mindez természetesen akkor válik egzakt módon kivitelezhetővé, amennyiben megalkotásra kerülnek a jog által lefektetett kategória meghatározások és az eszköz besorolások.

Az utolsó vizsgálati szempontot értékelve kijelenthető, hogy az időjárási viszonyok ismerete, az időjárás pontos előrejelzése nélkülözhetetlen kelléke egy alapos tervezési munkának, majd egy sikeres repülési feladat végrehajtásának.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] A kockázatok csoportosítása <https://trackimo.com/new-drone-laws-may-disagree-faa-rules/>
- [2] Az emberi faktor, url: <http://www.assureuas.org/newsStory.php?d=577>
- [3] Bali Tamás: Ajánlások az UAV-k biztonságos légi és földi üzemeléséhez szükséges (repülési) szabályokra url: http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2013_3/2013-3-01-Bali_Tamas.pdf, pp. 3-5
- [4] Elsősegélynyújtás levegőn keresztül, <http://www.unmannedsystemstechnology.com/2018/02/cybaero-uas-selected-search-rescue-sweden/>
- [5] Hell Péter: Drón-rendszerek biztonságos kommunikációja url: http://acta.bibl.u-szeged.hu/48074/1/vi-kek_019_020_169-175.pdf, pp. 4-5
- [6] Kovács Tibor-Viplak Armand Máté Drónok a biztonságtechnikában, url: http://hadmernok.hu/172_01_kovacs.pdf, (pp. 8-12.) XII. Évfolyam 2. szám-2017. június
- [7] Land mine-hunting drone aims to rid the world of EVERY ground explosive in under 10 years, url: <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3734014/Land-hunting-drone-aims-rid-world-ground-explosive-10-years-Firm-claims-20-times-faster-traditional-techniques.html>
- [8] Major Gábor: Ésszerű szabályozás vagy tiltás, avagy mit lehet kezdeni a drónokkal? Repüléstudományi közlemények XXVII. évfolyam, 2015. 1. szám, pp. 168-169. HU ISSN 1789-770X
- [9] Major Gábor: Etikus-e a drónok használata? Honvédségi Szemle 144: p.105. HU ISSN 2060-1506
- [10] Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek, Második, javított kiadás, Dr. Palik Mátyás (szerk.), ISBN 978-615-5057-64-9, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Budapest, 2015. pp. 160-161, 199, 226-227
- [11] Szállítmányok őrzése, légi biztosítása drónokkal, url: <https://newatlas.com/go/3844/#p9231>
- [12] Területvédelem: url: <http://www.militaryaerospace.com/articles/print/volume-27/issue-11/special-report/the-dawn-of-counter-drone-technologies.html>
- [13] Wühl Tibor: GPS navigációs problémák UAV alkalmazásokban, url: http://hadmernok.hu/kulonszamok/robothadviseles6/wuhr_l_rw6.html
- [14] <https://www.tmtechnologies.com/technology-backgrounders/what-are-bandwidth-and-spectrum-deficit-and-crunch/>
- [15] <http://www.origo.hu/itthon/20060513modellrepulo.html>

RISKS OF UAV APPLICATION IN THE FIELD OF SECURITY

In recent years, due to the rapid development of the aviation/aerospace industry, computing and control technology - it become possible to apply these devices in a wide range, previously it could only be applied to specific tasks and solutions before a narrow, specific user layer. It can be said that most of the aircraft known today (the space devices not listed here) might be the most dynamic in the development of unmanned aerial vehicles. The conditions of use of the air devices are rapidly evolving and expands in the recent decades. In the following publication, the authors demonstrate the problems that the "drone user" is facing in a special area such as security technology. From this article, the reader will learn about elements of the UA flight risk in the field of Security Technology and the need to minimize their potential.

Keywords: unmanned aviation systems, drone, security technology, flight safety, legal regulation, ethical use

Gajdács László
gyakorlati oktató
Nemzeti Közszolgálati Egyetem
Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar
Katonai Repülő Intézet
Fedélzeti Rendszerek Tanszék
gajdacs.laszlo@uni-nke.hu
orcid.org/0000-0003-2334-6859

László Gajdács
Instructor
National University of Public Service
Faculty of Military Science and Officer Training
Institute of Military Aviation
Department of On-Board Systems
gajdacs.laszlo@uni-nke.hu
orcid.org/0000-0003-2334-6859

Major Gábor
tanársegéd
Nemzeti Közszolgálati Egyetem
Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar
Katonai Repülő Intézet
Fedélzeti Rendszerek Tanszék
major.gabor@uni-nke.hu
orcid.org/0000-0003-2927-127X

Gábor Major
Assistant lecturer
National University of Public Service
Faculty of Military Science and Officer Training
Institute of Military Aviation
Department of On-Board Systems
major.gabor@uni-nke.hu
orcid.org/0000-0003-2927-127X



http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2018_2/2018-2-09-0497_Major_Gabor-Gajdacs_Laszlo.pdf

