

Vas Tímea, Fodor Máté János

Munkadrónok szerepe az integrált repülőtéren

A TKP IMA, vagyis integrált modell repülőtér projekt kutatásai között szerepel, hogy azokat az alkalmazási területeket, amelyek kapcsán a pilóta nélküli légi járművek mint munkadrónok megjelenhetnek a repülőtér területén, megvizsgáljuk és rendszerezzük. A felhasználhatósági szerepkörön túl vizsgáljuk a munkadrónok munkabiztonsági, infrastrukturális, kiszolgálási üzemeltetési hátterét, valamint integrálhatósági és repülésbiztonsági tényezőit is. A kutatás célja, hogy az egyes alkalmazási területekre bevethető munkadrónok típusára, meghajtására, alkalmazási sajátosságaira javaslatokat fogalmazzon meg.

Kulcsszavak: repülőtér, munkadrónok, integrált működés, infrastruktúra, repülésbiztonság

1. Drónok és a repülőtér

A drónok közös, a hagyományos légi járművek által is használt légterekbe való integrálását uniós [1], [2] és hazai jogszabályi háttér biztosítja. Az uniós szabályok nemzeti környezetbe implementálásának egyik meghatározó eleme volt a repülőterek forgalmának védelme, vagyis az úgynevezett „no drone”¹-zónák kijelölése. A légi közlekedésben dolgozó szakemberek többsége egyetért abban, hogy a repülőtér olyan szűk keresztmetszete a repülésnek, amely a korlátozott méretű munkaterület, a le- és felszálló forgalom összetettsége, a leszállási és felszállási fázis kritikussebesség-tartományai, a futópályasértés lehetősége, a földi kiszolgáló forgalom és a légi járművek együttes jelenléte miatt is számos veszélyt rejt magában. A veszélyek súlyosságának és előfordulási valószínűségének a csökkentésére, szabványeljáráások, döntéstámogató rendszerek segítik a repülőtéren dolgozók és a légi forgalmi irányítók munkáját [3]. A kutatási probléma felvetése, illetve alapötlete – miszerint a repülőtéren is indokolt lehet a drónok bizonyos munkafolyamatokra való alkalmazása és az ezzel együtt járó közös üzemeltetés megvalósítása – onnan származott, hogy néhány évvel ezelőtt már hadműveleti területen lévő repülőtereken megfigyelhető volt a közös üzemeltetés, ma pedig kisebb európai repülőterek is otthont adnak drónoknak. A különbség a két alkalmazási környezet között az, hogy míg az afganisztáni Mazar-i-Sharif (International Airport)² repülőtéren üzemeltetett drónok a repülőtér aktív forgalmának részét képezték, és a hagyományos légi járművekhez hasonlóan akár ugyanabban az időben a teljes infrastruktúrát használták [4], addig az európai és egyesült államokbeli repülőterek tesztelési környezetet nyújtanak

¹ No drone zóna: Lt. 5. § (1) g).

² 2016-ban több mint 27 000 éves műveletszámot bonyolító polgári-katonai repülőtér.

a drónok számára, amikor is a repülőtér kizárólag ők veszik igénybe [5]. Mindkét repülőtér esetén a légiforgalom-szervezést és a biztonságos elkülönítést a hagyományos légi járművek és a drónok között meghatározott eljárások biztosítják. Előbbi esetben időn és távolságon alapuló elkülönítést alkalmaztak, ahol a hagyományos légi járművek elsőbbséget élveztek a le- és felszállások végrehajtásakor, a távolságot pedig a földi navigációs referenciapontként telepített VOR³-állomáshoz mért távolsági érték adta. A navigációs ponthoz mért távolságot kétoldalú rádiókapcsolaton keresztül jelentették, rendelkezésre álló radaradatok hiányában. A második esetben is eljárásos megoldásról beszélhetünk, ami a drónműveleteket biztosító légtér aktiválásával és annak közzétételével érhető el. Kutatásunk során szeretnénk megvizsgálni minden olyan, már létező repülőtéri alkalmazást és megoldást, amely a civil és a katonai repülőtereken a drónok alkalmazásával kapcsolatos szemléletváltást tükrözi, és a hozzájuk kapcsolódó forgalomszervezési, biztonsági megoldásokat, eljárásokat.

A következő fejezetekben a repülőtéri alkalmazásban elképzelhető drónokat osztályozzuk méretük és repülési jellemzőik alapján, valamint megvizsgáljuk, milyen munkafolyamatok elvégzésére lehetnek alkalmasak.

2. Charles de Gaulle drónjai

Kutatásunk során a szakirodalmi források és nemzetközi publikációk tanulmányozása mellett olyan online platformok is a látókörünkbe kerültek, amelyek fő célja a civil drónalkalmazás széles perspektíváinak megismertetése és a hozzájuk tartozó legfrissebb információk és tudásanyag átadása. Interjúkon és szakmai fórumokon keresztül szövegezik meg a drónokhoz kapcsolódó iparági szereplők, startupcégek, egyetemi kutatóhelyek és más piaci szereplők képviselőit, hogy minél több szemszögből megmutassák a megoldott és még megoldásra váró kihívásokat a drónalkalmazás teljes területén. Egy ilyen interjún keresztül került látókörünkbe Arnaud Guihard munkássága⁴ [6], aki a párizsi Charles de Gaulle nemzetközi repülőtér, légi navigációs és repülőtéri infrastruktúra üzemeltetését vezető menedzser. Arnaud felelős a légi navigációs eszközök és berendezések üzemképességéért, a futópálya, a gurulóutak a repülőtér légi oldalának teljes infrastruktúrájáért, beleértve a torony épületét, az utashidakat és a VGDS⁵-t is. Véleménye szerint a drónok alkalmazása számos olyan lehetőséget biztosít, amely a repülőtér légi forgalmi adatainak – ADB⁶ – naprakész frissítését és a légi oldal teljes felmérését teszi lehetővé nagy területeken. Az első valós repüléseket megelőzően már több éven keresztül tervezték a drónok ilyen feladatokra való alkalmazását, hiszen a hagyományos légi járművek biztonságos üzemeltetésére veszélyt jelentenek. Elmondta továbbá azt is, hogy véleménye szerint jelenleg nem tekinthető realitásnak a drónok repülőtéri alkalmazása, közös légi forgalmi üzemeltetés szempontjából, aminek oka a légi járművekkel való összeütközés magas kockázata. Jelenleg a párizsi repülőtéren a PAPI⁷ berepülésére alkalmaznak rendszeresen drónokat, de folyamatosan kutatják azokat az egyéb feladatokat és felhasználási lehetőségeket, amelyekre a repülőtéri környezetben alkalmazhatnák. A navigációs szakember véleménye

³ VOR: Very High Frequency Omnidirectional Radio Range.

⁴ [linkedin.com/in/arnaud-guihard-2134b17b](https://www.linkedin.com/in/arnaud-guihard-2134b17b)

⁵ VGDS: Visual Guidance and Docking System.

⁶ ADB: Airport Database.

⁷ PAPI: Precision Approach Path Indicator.

szerint a drónok repülőtéren belüli alkalmazásával szemben támasztott követelmények, mint például az autonóm üzemeltetés, vagy a képesség egy adott repülési idő teljesítésére, nem különbözik nagyban a repülőtéren kívüli biztonságos alkalmazás feltételeitől. Arra a kérdésre, miszerint van-e olyan repülőtéren munka, amely annak különlegessége vagy érzékenysége miatt kizárólag drónokkal végezhető el, vagy inkább meglévő munkafolyamatok kiváltását szolgálja, a szakember az utóbbi megoldás mellett érvelt. Elmondta, hogy a költséghatékonyság az, ami a drónok mellett szól, hiszen a fedélzetükre szerelt szenzorok és kamerák az MS Azure⁸ technológia⁹ használatával alkalmassá tehetik a drónokat olyan feladatok megoldására is, mint a vizuális navigációt segítő jelek, táblák, jelzések¹⁰ működésének, elhelyezésének, minőségének meghatározása és beazonosítása. A drónok üzemeltetésével együtt járó biztonsági kockázatok kezelése még nem teszi lehetővé, hogy a repülőtéren forgalomba integrálás megtörténhessen, ezért a párizsi repülőtéren is futópályazárás mellett és éjszakai időszakban tudnak a drónokkal dolgozni, de a szakember azt valószínűsíti, hogy 2–3 éven belül az autonóm, „drone-in-a-box” technológia validációja lehetővé teszi majd az integrált működést minden napszakban [7].

3. A munkadrónok szerepe

A munkadrónok szerepe a repülőtéren a jövőben egyre fontosabbá válik, ahogy elkezdik a humán erőforrást kiváltani bizonyos feladatokban, amelyeket idő- és költséghatékonyabban képesek végrehajtani. Ezek a drónok a feladat függvényében változó méretűek, meghajtásúak és felszereltségűek. A feladatkörök elemzése és kiértékelése képes rámutatni arra, hogy mely területeken térül meg drónokat alkalmazni. Az integrálhatóságot befolyásolja a repülésbiztonság, időjárási tényezők, a légi járművek forgalmának intenzitása, az infrastruktúra és az üzemeltetés. Abban az esetben, ha a drón képes megfelelni a fentebb leírt követelményeknek és beilleszthető a légi forgalomba, akkor akár a következőkben is alkalmazható, mint például kutatás-mentési feladatokban a káresemény helyszínének feltérképezésében, túlélők vagy roncsok után kutatva akár elsősegély-felszerelés szállításában. Továbbá a drónok alkalmazhatók a futópálya és a gurulóutak ellenőrzésére is, amivel elkerülhetővé válnának az olyan balesetek, mint az Air France 4590¹¹-es számú katasztrófája a Charles de Gaulle repülőtéren, ahol a futópályára került repülőgép-alkatrészt nem sikerült időben felderíteni és eltávolítani. Futárfeladatok, vizuális megfigyelési, területbiztosítási, illetve karbantartási munkálatokban is képesek a drónok feladatokat ellátni kamera- vagy szenzorrendszerek használatával, amelyek képesek akár az infravörös tartományban is képalkotásra. Továbbá mobilis meteorológiai mérőállomásként képesek a drónok működni és folyamatosan hasznos információkat biztosítani az időjárás változásával kapcsolatban, különféle magasságokon és helyszíneken. Szél, látástávolság, páratartalom, légnyomás, relatív nedvesség, UV-sugárzás és radioaktív sugárzás mérésére egyaránt használhatók lehetnének. A tűzoltási feladatokban is alkalmazható drónok mérete nagy skálán mozog. Amennyiben az eszköz képes oltó- vagy mentesítő anyag

⁸ Felhőalapú grafikus felhasználói felület.

⁹ A Microsoft felhőalapú számítási platformja és infrastruktúrája.

¹⁰ *Visual aids*.

¹¹ Air France 4590-járat balesete 2000. július 25-én.

kihordására, a besorolása terjedhet a LALE¹²-kategóriától a MALE¹³-ig bezárólag. A jelenlegi tendencia alapján azonban a tűzoltásban alkalmazott drónok inkább a megfigyelési feladatokban alkalmazhatók hatékonyan, illetve a mentesítést segítik a levegőből, koordinálják a földi egységeket, amennyiben az szükséges.

4. A drónok biztonságos üzemeltetése

Mivel a drónok méretükből, összetételükből és sebességükből adódóan képesek akár egy nagyméretű repülőgépben is nagy sérüléseket okozni, ezért az összeütközés kockázatát minimalizálni kell. A drónok repülőtéren való alkalmazásának legnagyobb veszélyforrása a kommunikáció és az információ hiánya. A legtöbb repülőtér még nem rendelkezik kidolgozott SOP¹⁴-val, amely kezeli a drón- és reguláris légi forgalmat egy időben és egy helyen. A légi forgalmi áramlásszervezés és biztonságos elkülönítések szempontjából a legfontosabb a drónokról szerzett helyzet- és alapvető repülési információk állandó jellegű biztosítása, illetve a kétoldalú rádiókommunikáció megléte, amennyiben a drón nem autonóm [8] jellegű. Szükséges továbbá az olyan, már meglévő rendszerek alkalmazása (például ACAS¹⁵ vagy FLARM¹⁶), amelyek képesek információt biztosítani a légi közlekedésben részt vevők számára a forgalomról. A légi közlekedés biztonságának növelő tényezők a légtér kapacitásának túllépése, amely könnyen megtörténhet, amennyiben a légi forgalmi irányítói szolgálatnak a drónokat a reguláris eljárásokkal kell irányítaniuk. Rádiókommunikációs vagy léghelyzetkép-zavar alakulhat ki, mivel a vizuális visszacsatolás a drón méretétől és számuktól függően korlátozott, amit a meteorológiai tényezők tovább mérsékelhetnek. A kockázat felkutatása és kielemezése szükséges, ami után lehetőség van olyan eljárásrendek és elkülönítések kidolgozására, amelyek nem korlátozzák vagy tiltják a drónok alkalmazásának potenciálját a repülőtér közvetlen környezetében vagy a munkaterületek felett. A drónok forgalomként való megjelenítése az irányító és légi közlekedésben részt vevő személyek számára jelent kihívást. Mivel vizuális úton csak korlátozottan felderíthető eszközökről beszélünk, szükségessé válik a digitális technológia adta lehetőségek kihasználása, amellyel képesek vagyunk a forgalomban részt vevők számára egyértelműen és a biztonsági kockázat emelkedése nélkül megjeleníteni a drón légi forgalmat a releváns személyek számára.

5. A légi forgalom kezelése

A kutatás nagy hangsúlyt fektet a légi forgalom kezelésének megoldására. Mivel a drónok megjelenése nagy forgalomszám-növekedést okozna, ezért szükséges a forgalomkezelés újragondolása. Tekintettel arra, hogy a drónok nagy sebességgel, nagy számban is képesek feladatok végrehajtására, a légi forgalmi irányító szolgálat a reguláris eljárásokkal nem feltétlenül lenne képes hatékonyan kezelni a forgalmat, ebből fakadóan szükséges lehet

¹² LALE – *Low Altitude Long Endurance*: alacsony magasságú és nagy hatótávolságú.

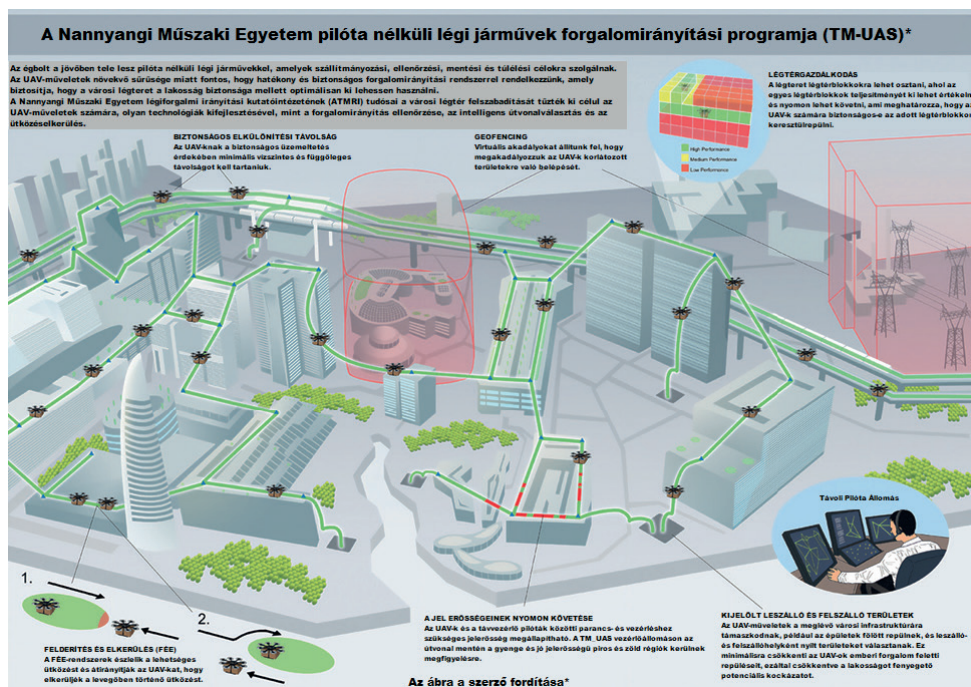
¹³ MALE – *Medium Altitude Long Endurance*: közepes magasságú és nagy hatótávolságú.

¹⁴ SOP – *Standard Operating Procedure*.

¹⁵ ACAS – *Airborne Collision Avoidance System*: légi összeütközés-elhárító rendszer.

¹⁶ FLARM – *flight alarm*: légi figyelmeztetőrendszer.

dedikáltan erre a célra egy személyt alkalmazni. A két szolgálat és a lebonyolított forgalom közötti kapcsolat digitálisan meghatározott kereteken belül, vagy a megszokott módon, információátadás-átvétellel is működne. Mint az 1. ábrán is látható, a Nanyang Technológiai Egyetem is foglalkozik a drónok nagyobb számú mozgásának irányíthatóságával biztonságos körülmények között. A légtér vertikális és horizontális felosztását is tanulmányozza a személygépjárművek mindennapi felhasználását mintázva, légi utak és korlátozott területek, illetve dedikált fel- és leszállóhelyek létrehozásával. Amennyiben a drón légi forgalom biztonságosan elhelyezhető és működtethető az urbanizált környezetben, felhőkarcolók között, akkor az predestinálhatja a jövő lehetőségeit arról, hogy akár a mozgásban lévő környezetben is alkalmazhatók a pilóta nélküli légi járművek, tehát egy repülőtérén.



1. ábra
UTM városi környezetben [9]

6. Autonóm/irányított

Fontos említést tenni a pilóta nélküli légi járművek alkalmazásáról. Többféle megoldás is létezik, amely biztosítja egy drón irányítását, azonban a két fő típus az autonóm jellegű (2. ábra), amely egyelőre beprogramozott feladatot repül végig, és az irányított, amely folyamatosan egy pilóta felügyelete alatt repül. Egyes technológiák, mint például a már előbb említett *drone-in-a-box* biztosítják az autonóm drónok számára a totális beavatkozás és felügyelet nélküli működést dokkolóállomások alkalmazásával, amelyek elhelyezése a kijelölt feladat

ellátási helyéhez képest a optimálisan kivitelezhető, ezzel tovább növelve az adott eszköz hatékonyságát. Az eszköz folyamatos töltése és megfigyelése miatt a külső behatásoktól, mint például eső, hőmérséklet-változás vagy vandalizmus állandó jelleggel védve van. Ez a fajta tárolás magas mobilitást biztosít a drónnak, mivel folyamatosan felszállásra kész üzemmódban tartja az eszközt.



2. ábra
Drone-in-a-box [10]

7. Befejezés

Összegzőképpen kijelenthető, hogy a munkadrónok alkalmazhatósága és integrálása a repülőtér légi forgalmába kivitelezhető, ezt számos példa is bizonyítja. Költséghatékonyságuk és információkat biztosító képességük további távlatokat nyithat a légi közlekedés biztonságosabbá és hatékonyabbá tételében. A jövőben a feladatspecializált drónokra való javaslatok megfogalmazása és technológiai megvalósítások létrehozása a cél, amit innovatív környezetben kívánunk tesztelni. Mivel a légi forgalom növekedése és a drónok megjelenése predesztinálható, mindenképpen szükséges a döntéstámogató rendszer létrehozása, amely segítségével lesz a légi forgalmi irányítónak és a légi forgalom összes résztvevőjének is, ebből következően pedig a teljes légi forgalom biztonságosabbá tétele és folyamatossága is növekedni fog.

Felhasznált irodalom

- [1] A Bizottság (EU) 2019/947 végrehajtási rendelete a pilóta nélküli légi járművekkel végzett műveletekre vonatkozó szabályokról és eljárásokról. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02019R0947-20220404>
- [2] A Bizottság (EU) 2019/945 felhatalmazáson alapuló rendelete a pilóta nélküli légi jármű-rendszerekről és a pilóta nélküli légi jármű-rendszerek harmadik ország-beli üzembentartóiról. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02019R0945-20200809&qid=1666269042905>
- [3] D. Annebicque, I. Crévits, T. Poulain, S. Debernard, „Decision Support Systems for Air Traffic Controllers Based on the Analysis of Their Decision-Making Processes,” *International Journal of Advanced Operations Management*, Vol. 4. No. 1/2. pp. 85–104. 2012. Online: <https://doi.org/10.1504/IJAOM.2012.045892>
- [4] Vas T., Fekete Cs. Z., „UAV az ellenőrzött repülőtér forgalmában, avagy egy szimuláció tapasztalatai,” *Repüléstudományi Közlemények*, 25. évf. 2. sz. pp. 371–383. 2013.
- [5] A. Lappi, *Comparison of Selected UAS Test Areas in Europe and America regarding Practical Aspects for Developers*. Master thesis, 2017. szeptember 13. Online: www.aig.at/wp-content/uploads/2017AAI_AlexanderLappi_MasterThesis_TestAreasUAS_OriginalFHJ.pdf
- [6] J-M. Flon, T. Tritscher, A. Guihard, „A First for Europe!” *Hindsight*, 24. sz. pp. 22–24. Online: <https://skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/3661.pdf>
- [7] „Arnaud Guihard, Airfield Infrastructure & Air Navigation System Manager at Charles de Gaulle, ADP,” *Drone Talks*, 2022. március 5. Online: <https://dronetalks.online/dronetalks-arnaud-guihard-paris-airport-charles-de-gaulle/>
- [8] Dudás Z., Restás Á., „Nemzetközi példák az UAV repülés emberi tényezőit érintő jogi szabályozásra az RPAS 2012 konferencia tapasztalatai alapján,” *Repüléstudományi Közlemények*, 24. évf. 3. sz. pp. 1–10. 2012.
- [9] „NTU Developong Traffic Management System for Safe UAS Flight in Singapore,” *Inside unmanned systems* (é. n.). Online: <https://insideunmannedsystems.com/ntu-developing-traffic-management-system-safe-uas-flight-singapore/>
- [10] „Dronehub is the Autonomous Game-Changer for Inspection and Monitoring,” *Dronehub*, (é. n.). Online: <https://dronehub.ai>

The Role of Work Drones at the Integrated Aerodrome

The TKP IMA research of the integrated model airport project includes the examination and systematisation of the application areas in which unmanned aerial vehicles can appear as work drones in the airport area. In addition to the usability role, the work safety, infrastructure and service operation background of the workers, as well as the integrability and flight safety factors are also examined. The aim of the research is to formulate proposals for the type, drive and application characteristics of the work drones that can be used in each application areas.

Keywords: aerodrome, work drone, integrated operation, infrastructure, flight safety

<p>Vas Tímea (PhD) egyetemi docens Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Repülésirányító és Repülő-hajózó Tanszék</p> <p>vas.timea@uni-nke.hu orcid.org/0000-0002-0082-0370</p>	<p>Tímea Vas (PhD) Associate Professor University of Public Service Faculty of Military Sciences and Officer Training Aerospace Controller and Pilot Training Department</p> <p>vas.timea@uni-nke.hu orcid.org/0000-0002-0082-0370</p>
<p>Fodor Máté János BSc-hallgató Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Állami Légiközlekedési Szak, Katonai Repülésirányító szakirány, légi forgalmi irányító modul</p> <p>mate.fodor16@gmail.com orcid.org/0000-0001-7787-2526</p>	<p>Máté János Fodor BSc student University of Public Service Faculty of Military Sciences and Officer Training State Aviation BSc, Military Aerospace Controller Specialization, Air Traffic Controller Module</p> <p>mate.fodor16@gmail.com orcid.org/0000-0001-7787-2526</p>

„A TKP2021-NVA-16 számú projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NVA pályázati program finanszírozásában valósult meg.”



Tartalom

TIBA ZSOLT, GYŐRI GYULA, AILER PIROSKA, HUSI GÉZA: A Cessna 172 típusú repülőgép dízelüzem módra alakításának megtérülése	5
SCHUSTER GYÖRGY: Fejlesztésben alkalmazott szoftvereszközök minősítése	19
Mohammed Mudabbiruddin, László Pokorádi: Simulation of Ageing of Aircraft	29
HORVÁTH GÁBOR: A helyszíntől független katonai repülőtéri irányításhoz szükséges optikai rendszerre vonatkozó minimális teljesítménystandardok keretrendszere	37
TERPECZ GÁBOR: Menekülés a levegőből	53
OMAR ALHARASEES, UTKU KALE: Air Transport Projects Quality Assessments by Analytical Hierarchy Process (AHP)	73
TÁBORSZKY JÓZSEF: A katonai repülőtereket érintő biztonsági kihívások változása a történelem során (1. rész)	83
HORVÁTH GÁBOR: A helyszíntől független repülőtéri irányítás katonai alkalmazhatóságának vizsgálata a kapcsolódó SESAR-projekt tapasztalatainak tükrében	95
MAJOR GÁBOR, TÓTH ZOLTÁN: A háborút is megjárt UAV-k pilótáinak mentális átfarmálódása	107
VAS TÍMEA, FODOR MÁTÉ JÁNOS: Munkadrónok szerepe az integrált repülőtéren	129