

Palik Máttyás, Szabó Balázs

A hagyományos légi járművek és a nagy méretű drónok integrált működése ellenőrzött repülőterekről

Kétségtelen, hogy a repülést kiszolgáló legbonyolultabb földi infrastruktúrák az ellenőrzött repülőterek, amelyek irányítói körzeteit és közlekedési irányítói körzeteit csak kivételes esetekben használhatják drónok. Igen szigorú szabályozással, valamint időben és térben történő elkülönítés mellett lehetségesek csak azok a műveletek, amelyeket a fenti területeken és azok felett hajthatnak végre a pilóta nélküli légi járművek.¹ Az napjainkban már világosan látható, hogy a dróntechnológiában rejlő potenciál néhány éven belül kiköveteli a nagy méretű, pilóta nélküli légi jármű-rendszerek² számára a légi forgalmi irányító szolgálatok tevékenységével biztosított, ellenőrzött repülőterek használatát. A szerzők hazai forrásból finanszírozott KFI-pályázat részeként kutatják, hogy milyen eljárások szükségesek a hagyományos légi járművek és a nagy méretű drónok ellenőrzött repülőterekről történő biztonságos és hatékony működéséhez.

Kulcsszavak: ellenőrzött repülőtér, pilóta nélküli légi jármű, UAV, UAS, drón

1. Bevezetés

Amikor a modern, piaci és szabadidős felhasználású drónok megjelentek a piacon, nem kis nyugtalanságot keltettek a repülőgépes társadalomban. A tartózkodó, elutasító magatartás elsősorban a hagyományos légi közlekedés biztonságának szavatolása, a levegőben bekövetkező ütközések elkerülése érdekében keletkezett.

A repülőterek üzemeltetői különösen aggódtak a drónok miatt, mivel azok a le- és felszálló repülőgépeket különösen veszélyeztetik, főként, ha nem hivatásos drónkezelők üzemeltetik azokat. A problémák talán legjobb példái a 2018 decemberében a Gatwick repülőtéren történt drónincidensek voltak. A lehetséges veszélyre reagálva a repülőtér vezetése lezárta valamennyi futópályát és felfüggesztette valamennyi induló és érkező járatát [1].

Szerencsére a félelemtől szóló narratíva napjainkra kezd megváltozni. Ennek fő oka, hogy az UAS-innováció tovább csökkenti a költségeket és javítja a hatékonyságot, így nehéz figyelmen kívül hagyni előnyeit. Az idő, pénz és fokozott biztonság miatti nyomás erősödésével a repülőtereknek gyorsan alkalmazkodniuk kell a drónokhoz. Az üzemeltetőknek be kellett látniuk, hogy számos olyan munkafolyamat van egy repülőtéren, amelyet a hagyományos

¹ UA – Unmanned Aircraft.

² UAS – Unmanned Aircraft Systems.

eszközöknél hatékonyabban tudnak megoldani az úgynevezett munkadrónok. A teljesség igénye nélkül ezek közé a feladatok közé tartoznak: futópálya- (FOD-)³ ellenőrzés; a repülőtéri berendezések ellenőrzése; a légi járművek jégtelenítése; őrzési-védelmi feladatok; logisztikai szállítások; létesítménykezelés, illetve madár- és vadvédekezés.

A Nemzetközi Légi Szállítási Szövetség hat fő technológiai trendet vázolt fel, amelyek hatással lesznek a jövőben a légi fuvarozásra. Ezek között találjuk a kiterjesztett valóságot; a robotikai és automatizált rendszereket; az IoT-t és az összekapcsolt áruszállítást; a *big datát* és a mesterséges intelligenciát; a környezetbarát épületeket; valamint a drónokat és az autonóm járműveket [2].

A jövő repülőtéri műveleteiben azonban nem csak munkadrónok lesznek nagy számban. Gondoljunk csak a nagy méretű, merev szárnyas HALE-⁴, MALE-⁵ kategóriájú drónokra. Ezek a biztonságos üzemeléshez, a földi mozgáshoz futópályát, gurulóutakat és előtereket vesznek igénybe. Műszaki kiszolgálásukhoz hangárkomplexumok és speciális karbantartó eszközök, valamint nagyszámú kiképzett személyzet szükséges. A repülőtéren és a levegőben történő biztonságos működésük magas szintű légi forgalmi irányító-⁶, meteorológiai, navigációs és kommunikációs rendszereket, illetve szolgáltatásokat feltételez.

Mivel a repülőterek kialakítása, megépítése hosszú ideig tartó és igen költséges folyamat, a drónműveletek hatékonyságának növelése érdekében természetesnek tűnik, hogy a HALE-/MALE-rendszerek számára magas szintű szolgáltatásokkal rendelkező, a hagyományos légi járművek üzemelését is ellátó, ellenőrzött repülőterek lehetnek opciók.



1. ábra

Az amerikai légierő RQ-4 drónja a japán Misawa légibázison landol [3]

³ Foreign Object Debris – idegen tárgy/törmelék.

⁴ High Altitude Long Endurance – nagy magasságú, hosszú repülési időtartamú.

⁵ Medium Altitude Long Endurance – közepes magasságú, hosszú repülési időtartamú.

⁶ ATC – Air Traffic Control.

2. Tudományos előzmények

A téma viszonylag szűk körben ugyan, de kutatott, nemzetközi és hazai szintű publikációk is megtalálhatók közöttük, amelyek általában valamilyen kutatási-fejlesztési projekt végtermékei.

Az Egységes Európai Égbolt kezdeményezés légi forgalmi szolgáltatáshoz kapcsolódó kutatásai körében 2022-ben befejeződött, INVIRCAT nevű projekt céljai közé tartozik az operatív és technikai követelményeknek megfelelő átfogó, magas szintű rendszer létrehozása és az az eljárásrend, amely lehetővé teszi a drónok biztonságos integrálását a légi forgalmi irányítói eljárásokba a műszeres repülési szabályok szerint üzemelő repülőtereken [4]. A [5] projekt tanulmányban a TMA-ban történő UAS-üzemeltetéshez kapcsolódóan fogalmaznak meg különböző alternatívákat, követelményeket, hatásokat és fejlesztési lehetőségeket. A D4.2 INVIRCAT-dokumentumban a műszeres repülési szabályok integrációjára vonatkozó követelmények teljes listájának összeállítása történik meg [6].

A [7] jelentésben a kutatók az UAS-ról, valamint azok lehetséges használatáról és a repülőterekre gyakorolt hatásáról adnak tájékoztatást a különböző méretű repülőtereknek. A jelentés tartalmazza az üzemeltetés jelenlegi helyzetének hátterét, a drónok használatának előnyeit, szabályozási és közösségi megfontolásokat, az infrastruktúrával és üzemeltetéssel kapcsolatos megfontolásokat, a biztonsági és védelmi kérdéseket. Ugyanezen projekt egy másik kutatási programjának célja, hogy megértse a UAS-használat mértékét, beleértve a konkrét alkalmazásokat is, három csoportban: repülőterek, repülőtéri vállalkozók és bérlők által. A 130 repülőter válaszait felhasználó jelentés egyik megállapítása az, hogy a részt vevő repülőterek körülbelül 9%-a használ aktívan UAS-t repülőtéri célokra. Az USA-ban folyó Repülőtéri Együttműködési Kutatási Programban a repülőterek és pilóta nélküli légi járművek kutatási jelentése a repülőterek számára nyújt iránymutatást a repülőtéri rendszerekről a repülőterek közelében végzett repülőtéri műveletek irányítása és az érdekelt felek bevonása, a repülőtéri infrastruktúrába és tervezésbe történő beépítés, valamint a repülőtéri üzemeltetők által történő potenciális felhasználás területén [8], [9], [10], [11].

A [12] publikációban a szerzők bemutatják a drónok repülőterről való üzemelésének előnyeit, hátrányait és egy magyarországi UA-modellrepülőter létesítésének kezdeti lépéseit. Megfogalmazzák, hogy a drónok meglévő technikai tulajdonságaiból fakadó különbségei miatt a repülőterekről való alkalmazásuk is eltérő lehet. A [13] publikációban a szerzőpár egy ellenőrzött repülőteren folyó, UA-üzemeléssel egybekötött szimuláció tapasztalatait írja le, amely során ATC-munkaterhelést is mérnek. A cikkben a rádiólevelezéssel kapcsolatos eljárásokról, az elsőbbség kérdéséről, a koordinációról, a VFR/IFR indulási és érkezési eljárásokról, szabványeljárásokról és az üzemeltetéssel kapcsolatosan felmerülő kérdésekről és hozzájuk tartozó ajánlásokról is olvashatunk. A [14] írásban a szerzők vizsgálják a drónok repülésbiztonsági kockázatait. A szerzők választ keresnek arra, hogy fenyegetést jelentenek-e, illetve milyen kimenetelei lehetnek, ha egy drón veszélyesen közelít meg egy hagyományos légi járművet, rosszabb esetben összeütközik azzal. Három fő témát vizsgálnak, az esetleges új szabályok, eljárások bevezetését, a drónok és a pilóta által vezetett hagyományos légi járművek kapcsolatát és a már létező technikai és műszaki megoldásokat.

Hazánkban a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap által finanszírozott TKP2021-NVA-16 azonosítószámú *Alkalmazott katonai műszaki, had- és társadalomtudományi kutatások a nemzetvédelem, nemzetbiztonság területén a Hadtudományi és Honvédtisztképző Karon* című projekt, az Integrált-mintarepülőter nevet viselő kiemelt kutatási terület a hagyományos

és a pilóta nélküli légi járművek integrált, biztonságos és környezetkímélő repülőtéri üzemeltetési feltételeinek kialakítására fókuszál. Ezen belül a Virtual Airport nevű kutatócsoport az integrált repülőtéren történő biztonságos és optimális légi forgalom-szervezést és -üzemeltést biztosító döntéstámogató megoldások és eljárások kidolgozását és tesztelését végzi, amelyek részeredményeiről a [15] publikációban számolnak be a szerzők.

3. A drónok repülőtéri műveletei

A fenti KFI-projekt részeként vizsgáltuk az integrált repülőtéren és annak körzetében működő drónok szabványeljárásait. Ehhez a hagyományos légi járművek és a nagy méretű drónok egyes műveleteit elemeztük, és összehasonlító elemzést végeztünk el. Ennek eredményeként megállapítható, hogy a drónok repülőtéri műveletei alapjaiban nem térnek el a hagyományos légi járművek műveleteitől.

Egy UAS repülőtéri környezetben történő alkalmazásának alapvető folyamatai az alábbiak lehetnek:

- előzetes felkészülés, a repülőtér megismerése, környezetelemzés. Akárcsak a hagyományos légi járműveknél, a drónok üzemeltetésénél is fontos, hogy a drónkezelők és -karbantartók megfelelő ismeretekkel rendelkezzenek a repülőtérről és annak körzetéről. Ismerniük kell a repülőtér működési és munkaterületeit, a helyi működési sajátosságokat, jellegzetességeket;
- földi előkészítés. A drón és a hozzá tartozó eszközök (kommunikációs és adatkapcsolat, indító- és visszatérő rendszerek stb.) előkészítése, ellenőrzése. Fokozott odafigyeléssel kell végrehajtani a repülésre történő felkészítést, amely során ellenőrizni kell az eszközök állapotát, a különböző fő- és tartalékrendszerek és -berendezések biztonságos működését. Ezek a műveletek már a gurulás végrehajtására és a repülésre való felkészítést szolgálják. Ennek kapcsán meg kell bizonyosodni arról, hogy a drón biztonságos repülésre kész állapotban van. Az előkészítés után a földi mozgás, a gurulás következik;
- ebben a fázisban már lényeges eltérések vannak a hagyományos és a pilóta nélküli légi járművek között. A drónokat ugyanis állóhelyükről a futópályára leggyakrabban vontatják valamilyen vontatójárművel. A futópályára érkezésnél le kell kapcsolni a drónt, és a vontatójárműnek el kell hagynia a futópályát. Ez a folyamat több perctet is igénybe vehet, ami nem elhanyagolható a futópálya-foglaltság szempontjából.
- felszállás. Amennyiben az UA indítása a futópályán történik, az további pályafoglalási időt igényel. Ezt követi a nekifutás, majd a felszállás, amennyiben arra a légi forgalmi irányító megadta az engedélyt;
- a repülési feladat végrehajtása alapvetően a légi jármű repülési tulajdonságaitól és a feladat jellegétől függ. Amennyiben a repülés sürgős rendvédelmi, határvédelmi, katasztrófavédelmi feladat, akkor elsőbbséget kell biztosítani a küldetésnek;
- visszatérés a repülőtérre, megközelítés. Általában a műveleti területre történő kirepülési és az alkalmazott navigációs eljárásokat kell alkalmazni a légi jármű repülőtérre történő visszatérése során is. További megfontolandó elem a rendellenes vagy nem várt esemény, amely miatt a drónnak meg kell szakítania feladatát, és vissza kell térnie a repülőtérre. Ilyen lehet például egy repülés közbeni műszaki meghibá-

sodás, az adatkapcsolat elvesztése vagy az előre nem látható kedvezőtlen időjárási körülmények elkerülése. Nem minden pilóta nélküli rendszer rendelkezik azzal a képességgel, hogy kiterő repülőteret vegyen igénybe. A drón ugyanúgy elsőbbséget kérhet a kockázatok csökkentése érdekében, ha váratlan körülményekkel találkozik. A forgalom szabályos áramlása és a biztonságos elkülönítés fenntartása érdekében célszerű, ha az UA megközelítési eljárásai a repülőteret használó hagyományos légi járművekével megegyezik;

- leszállás. A futópályát használó drónok általában 2 típusú leszállási móddal rendelkeznek. Az egyik a kamerával segített leszállás, amikor a drónpilóta a pilótafülke szemszögéből látja a leszállás folyamatát, a másik az automatikus leszállási üzemmód, amikor a légi jármű előre meghatározott süllyedési profilt követ emberi beavatkozás nélkül. Sok UA (például az MQ-1 Predator) esetében a leszállás az egyik legbonyolultabb feladat, a repülés legnagyobb kihívást jelentő fázisa, főként rossz látási körülmények és erős szél esetén. Emiatt a drónok gyakran többször is megpróbálkozhatnak a megszakított megközelítést követően a leszállás végrehajtásával. Ezekben az esetekben a légi forgalmi irányításnak fel kell készülnie és képesnek kell lennie arra, hogy megfelelően elkülönítse a repülőgépeket a forgalmi körön;
- a futópálya elhagyása, gurulás az állóhelyre. A drónkezelő korlátozott repülőtéri helyzetismerete miatt a karbantartó személyzet egy tagja irányítja a légi járművet (*marshalling*) a kijelölt parkolóhelyre. Amennyiben a drón nem képes önálló manőverekre a repülőtéren, akkor ugyanúgy, mint a futópályára való gurulásnál, vontatójárműre van szüksége. Ebben az esetben a leszállás után figyelembe kell venni a vontatójármű futópálya-foglaltsági tényezőjét;
- az állóhely elérése, kikapcsolás. Az állóhely elérése után a fedélzeti rendszerek kikapcsolása és a hajtóművek leállítása következik. Ezt követően a karbantartó személyzet végrehajtja a repülés utáni ellenőrzéseket és a szükséges karbantartásokat.

A fentiekben felsorolt feladatok végrehajtásához nélkülözhetetlen a folyamatos üzemű, kiváló minőségű kommunikációs és adatkapcsolat biztosítása a drónkezelő és az ATC között. Az integrált repülőtéren történő üzemelés elengedhetetlen eleme egy többfunkciós ATM-/ATC-döntéstámogató rendszer, amely speciális funkcióival segíti a repülőtéren és annak közvetlen környezetében működő forgalom irányításában a légi forgalmi irányítót.

4. Összefoglalás

A repülőtereknek az eredeti rendeltetése a hagyományos légi járművek kiszolgálása. Drón-repülőterekről olvashatunk, viszont külön repülőteret megtervezni és megépíteni főként a nagy méretű, merev szárnyas kialakítású drónok számára rendkívül időigényes és drága folyamat. Az ilyen drónok üzemelésére adott válasz egyértelműen a hagyományos légi járművek ellenőrzött repülőtéri forgalmába való beillesztésében rejlik. A nagy méretű drónok alkalmazása a hagyományos légi járművekkel egyidejűleg olyan terület, amely kevésbé kiforrott, azon a mai napig nemzetközi és hazai szinten is kutatások, fejlesztések folynak. Az igény adott, önvezető autókról, metrókról olvashatunk, és használhatjuk is azokat, viszont az ilyen szintű autonómia integrálása a légi közlekedési folyamatokba sokkal átfogóbb és összetettebb folyamat.

A kutatási projekt utolsó évében az elméleti eredmények gyakorlati megvalósításával foglalkozunk. Mielőtt azonban a hagyományos légi járművek és a drónok integrált működését valós körülmények között tesztelnénk, számos, különböző bonyolultsági fokú repülési szimulációt kívánunk futtatni 3D TWR-szimulátoron. A szimulátoros gyakorlatok kiértékelése és elemzése segíti elő a szükséges eljárásrend kialakítását az integrált földi és légi műveletekre. Hasznos információkkal szolgál a drónpilóták, a hagyományos légi járművek pilótái, a repülőterek üzemeltetői és a légi forgalmi szolgálatok számára.

Felhasznált irodalom

- [1] A. V. Shelley, „Drone Registration Will Not Prevent Another Gatwick,” 2019. Online: <https://doi.org/10.2139/ssrn.3378277>
- [2] IATA: The Cargo Facility of the Future, March 2019. Online: www.iata.org/contentassets/7bb83c115fcd45a884f590ef1ba4b2a0/stb-cargo-white-paper-cargo-facility-future.pdf
- [3] P. S. Ciccarone: RQ-4 Global Hawk Makes First Flight out of Misawa, June 12, 2014. Online: www.misawa.af.mil/News/Article-Display/Article/773461/rq-4-global-hawk-makes-first-flight-out-of-misawa/
- [4] INVIRCAT: Current State of the Art and Regulatory Basis, D2.1, 01 February 2021. Online: www.invircat.eu/_files/ugd/743e39_47e850964ae54f33a9ce118b7a5ffa14.pdf?index=true
- [5] INVIRCAT: Strategies on IFR RPAS Operations in the TMA: Alternatives, Requirements and Effects. Online: www.invircat.eu/_files/ugd/7cab8a_40579dd7ba9b419496f1712e7f8a3d1d.pdf
- [6] INVIRCAT: Final Operational and Technical Requirements Definition. Online: www.invircat.eu/_files/ugd/7cab8a_251e478279bb4f07b26f299008635e2b.pdf
- [7] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, „Unmanned Aircraft Systems (UAS) at Airports: A Primer,” Washington, DC, Amerikai Egyesült Államok: The National Academies Press, 2015. Online: <https://doi.org/10.17226/21907>
- [8] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, „Current Landscape of Unmanned Aircraft Systems at Airports,” Washington, DC, Amerikai Egyesült Államok: The National Academies Press, 2019. Online: <https://doi.org/10.17226/25659>
- [9] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, „Airports and Unmanned Aircraft Systems, Volume 1: Managing and Engaging Stakeholders on UAS in the Vicinity of Airports,” Washington, DC, Amerikai Egyesült Államok: The National Academies Press, 2020. Online: <https://doi.org/10.17226/25599>
- [10] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, „Airports and Unmanned Aircraft Systems, Volume 2: Incorporating UAS into Airport Infrastructure – Planning Guidebook,” Washington, DC, Amerikai Egyesült Államok: The National Academies Press, 2020. Online: <https://doi.org/10.17226/25606>
- [11] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, „Airports and Unmanned Aircraft Systems, Volume 3: Potential Use of UAS by Airport Operators,” Washington, DC, Amerikai Egyesült Államok: The National Academies Press, 2020. Online: <https://doi.org/10.17226/25607>

- [12] Vas T., Palik M., Nagy G., „Pilóta nélküli légi járművek repülőterekről történő alkalmazása,” *Honvédségi Szemle*, 144. évf. 1. sz. pp. 73–82. 2016. Online: <https://kiadvany.magyarhonvedseg.hu/index.php/honvszemle/article/view/716/707>
- [13] Vas T., Fekete Cs. Z., „UAV az ellenőrzött repülőtér forgalmában, avagy egy szimuláció tapasztalatai,” *Repüléstudományi Közlemények*, 25. évf. 2. sz. pp. 371–383. 2013. Online: www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2013_cikkek/2013-2-28-Vas_Timea-Fekete_Csaba.pdf
- [14] Gajdács L., Palik M., Dudás Z., „Drónok és hagyományos légi járművek közös légtérben történő alkalmazásának repülésbiztonsági kockázatai,” *Repüléstudományi Közlemények*, 33. évf. 1. sz. pp. 157–170. 2021. Online: <https://doi.org/10.32560/rk.2021.1.12>
- [15] Vas T., „A pilóta nélküli légi jármű-rendszerek integrálása a repülőtér forgalmába,” *Repüléstudományi Közlemények*, 34. évf. 3. sz. pp. 145–166 2022. Online: <https://doi.org/10.32560/rk.2022.3.10>

Integrated Operation of Conventional Aircraft and Large Drones from Controlled AirPorts

Undoubtedly, the most complex ground infrastructures serving aviation are controlled airports, whose control areas and terminal control areas can only be used by drones in exceptional cases. Only with strict regulation and separation in time and space can unmanned aircraft be allowed to operate in and over these areas. It is now clear that the potential of drone technology will, in a few years' time, require large unmanned aircraft systems to use controlled airports provided by air traffic control services. As part of a domestically funded RDI project, the authors are investigating the procedures required for the safe and efficient operation of conventional aircraft and large drones from controlled airports.

Keywords: *controlled airport, unmanned aircraft, UAV, UAS, drone*

Dr. Palik Mátyás
katonai repülési dékánhelyettes, egyetemi
docens
Nemzeti Közszerződési Egyetem
Hadtudományi és Honvédtisztoképző Kar
Repülésirányító és Repülő-hajózó Tanszék
palik.matyas@uni-nke.hu
orcid.org/0000-0002-2304-372X

Mátyás Palik, PhD
Vice-dean for Military Aviation, Associate
Professor
Ludovika University of Public Service
Faculty of Military Science and Officer Training
Department of Aerospace Controller and
Pilot Training
palik.matyas@uni-nke.hu
orcid.org/0000-0002-2304-372X

Szabó Balázs	Balázs Szabó
BSc-hallgató	BSc Student
Nemzeti Közsolgálati Egyetem	Ludovika University of Public Service
Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar	Faculty of Military Science and Officer Training
Repülésirányító és Repülő-hajózó Tanszék	Department of Aerospace Controller and Pilot Training
balukapitany3@freemail.hu	balukapitany3@freemail.hu
orcid.org/0009-0009-1036-0193	orcid.org/0009-0009-1036-0193

„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.”

