

Török Ágnes

## A PILÓTA NÉLKÜLI LÉGIJÁRMŰVEK LÉGTÉRBE INTEGRÁLÁSA

*A pilóta nélküli légi járművek népszerűsége az utóbbi években rohamosan megnövekedett annak köszönhetően, hogy felhasználási lehetőségeiknek szinte csak a képzelet szab határt. A pilóta nélküli légi járművekben rejlő lehetőségek kiaknázásához azonban ezeknek az eszközöknek a mielőbbi légtérbe integrálása szükséges, ennek megvalósításához pedig nélkülözhetetlen egy olyan szabályrendszer kialakítása, amely biztosítja, hogy a hagyományos légi járművekkel egy légtérben történő repülés esetén sem csökken a repülésbiztonság szintje. Az integrálás legkézenfekvőbb módja egy olyan légiforgalmi irányítási rendszer megalkotása, amely kifejezetten a pilóta nélküli légi járművekkel végrehajtott repüléseket hivatott kiszolgálni.*

**Kulcsszavak:** pilóta nélküli légi jármű, integrálás, légtér, autonóm, UTM

### KIHÍVÁSOK

#### Nemzetközi háttér

A pilóta nélküli légi járművekről a nemzetközi egyezmények közül elsőként a Chicagói Egyezmény rendelkezik, amelynek 8. cikke kimondja, hogy minden olyan eszközt, amely alkalmas a pilóta nélküli repülésre, pilóta nélküli légi járműnek kell tekinteni. A cikk rendelkezik arról is, hogy a Szerződő Államok felett a pilóta nélküli légi járművek az Államok egyedi engedélye alapján az engedélyben foglaltak betartásával repülhetnek. Az Egyezményhez csatlakozott országok ezzel a rendelkezéssel felhatalmazást kaptak arra, hogy ezeknek az eszközöknek a működtetését saját hatáskörben szabályozzák. Az Európai Unió és a Tagállamok közötti légiközlekedés szabályozásával kapcsolatos hatáskörök megosztását jelenleg az Európai Parlament és a Tanács 216/2008/EK rendelet 2. melléklete tartalmazza, amely azonban arról rendelkezik, hogy csak a 150 kg alatti pilóta nélküli légi járművek szabályozása tartozhat tagállami feladatok közé [1][2].

A pilóta nélküli légi járművek polgári, főleg hobbi célú alkalmazásban már a második világháború után megjelentek, az ezekkel az eszközökkel végrehajtott repülések szabályainak kidolgozása viszont csak a 2000-es évek elejétől figyelhető meg. Ezeket az eszközöket a sorozatgyártás mellett a gyakran változó konstrukció és kialakítás jellemzi, amely párosult a szinte azonnali hozzáférhetőség lehetőségével, eredményezve ezzel a legkülönbözőbb eszközök tömeges piaci jelenlétét és felhasználását. A tagállamok felismerték, hogy ezen okok miatt nem alkalmazhatók ugyanazok az irányelvek a szabályok megalkotásakor, mint a hagyományos légi járművekkel végzett repülések esetében, így teljesen más szemléletmódban fogalmazódtak meg a követendő alapelvek. A repülésben megszokott, úgynevezett légi jármű központú szabályrendszert a kockázatalapú megközelítés váltotta fel, amelynek lényege, hogy a követelményeket a repülések által a légiközlekedésre vett kockázatok alapján kell meghatározni, továbbá figyelembe kell venni a földön tartózkodó személyek biztonságát is. Minél nagyobb a kockázat, vagyis a lehetséges esemény súlyossága és az esemény előfordulásának gyakorisága, annál szigorúbb feltételeknek kell a pilóta nélküli légi járműveknek és az eszközöket vezető személyeknek megfelelniük. A nemzeti szabályozások ennek az újonnan kialakult megközelítésnek köszönhetően több pontban is hasonlóságot

mutatnak, azonban valamennyi tagállam igyekezett olyan speciális előírásokat kialakítani, amelyek illeszkednek az ország repülési szabályaihoz és társadalmi szokásaihoz, így mégis minden országban eltérő követelmények vonatkoznak ugyanarra a repülésre. A nemzeti szabályozások sokszínűsége miatt nem csak az átlagos felhasználók számára jelent nehézséget azok betartása, mert nehezen ismerhető meg az adott országban érvényes eljárás, hanem a gyártók számára is kihívást jelent az országoként eltérő szabályozási rendszernek való megfelelés.

A technológiai fejlődésnek köszönhetően egyre szélesebb körben és nagyobb számban alkalmazták ezeket az eszközöket, ugyanakkor a jogszabályi környezet nem képes követni ezt a rohamosan fejlődő iparágat, így a megfelelő jogi háttér és a használatukra vonatkozó részletes szabályozás hiánya miatt nem csak repülésbiztonsági aggályok merülhetnek fel, hanem a földön tartózkodó személyeket és vagyontárgyakat is veszélyeztethetik.

Ezekre a kihívásokra jelenthet megoldást az Európai Unió stratégiája, amelynek része a pilóta nélküli légi járművekre vonatkozó, súlyhatár nélküli egységes szabályrendszer kialakítása. Európa mellett világszerte felismerték a pilóta nélküli légi járművekben rejlő gazdasági potenciált, így az Európai Unió mellett az ICAO<sup>1</sup> is felhívta a Szerződő Államok figyelmét arra, hogy ezeknek az eszközöknek a légtérbe integrálása nélkülözhetetlen a bennük rejlő lehetőségek kiaknázásához [3].

### *A pilóta nélküli repülés sajátosságai*

A hagyományos légi járművek közé történő integrálás azonban számos légiközlekedéssel kapcsolatos kérdést felvet. A légi járművek oldaláról vizsgálva elmondható, hogy ezek az eszközök a légiközlekedésben résztvevő többi légi járművel ellentétben nem rendelkeznek típusalkalmassági bizonyítvánnyal, ennek a dokumentumnak a hiányában pedig nem állítható, hogy megfelelnek az eszközökkel szemben támasztott műszaki követelményeknek, hiszen ilyen jellegű előírások jelenleg még nem kerültek kidolgozásra. A légi alkalmassági követelmények hiánya miatt pedig azt sem mondható el, hogy ezek az eszközök alkalmasak lennének a biztonságos légiközlekedésre. A várhatóan néhány éven belül bevezetésre kerülő egységes szabályozás a tervek szerint a repülések túlnyomó többségét nem fogja bonyolult hatósági engedélyeztetési eljárásokhoz kötni, ugyanakkor meghatározza a gyártók számára kötelezően követendő normákat és a pilóta nélküli légi járművek fedélzetére szerelendő eszközöket. Ezzel a megoldással kiküszöbölhető a légiközlekedésben ismert tanúsítványok szükségessége, azonban az eszközök működtetése elfogadható kockázatot jelenthet a légtér más felhasználóira és a földön tartózkodó személyekre egyaránt.

A repülésbiztonságot felhasználói oldalról közelítve az emberi tényező hatásának vizsgálata kiemelt figyelmet igényel. A hagyományos légiközlekedésben az emberi tényező a légi jármű vezető, a karbantartó, valamint légtérszálytól függően a légiforgalmi irányító vagy a repüléstájékoztató személyében jelenik meg, azonban a pilóta nélküli légi jármű vezető ritkán kommunikál a légiforgalmi szolgálattal, ezért az utóbbi személyéből eredő veszélyforrások elhanyagolhatónak tekinthetők. Ebből adódóan tehát elegendő csak a pilóta nélküli légi jármű vezető és a karbantartó személy viselkedését elemezni, amely a tömeges felhasználás esetében jellemzően ugyanaz a személy.

---

<sup>1</sup> ICAO: Civil Aviation Organization - Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet

Azokban az esetekben, amelyek során a pilóta nélküli légi jármű vezető manuálisan működteti az eszközt leginkább a hibás döntések azok, amelyek a repülés biztonságát negatív irányba képesek befolyásolni. Ezek legfőbb oka, hogy a felhasználók nem rendelkeznek kellő ismerettel az eszköz paramétereire és a repülés körülményeire vonatkozóan, ugyanakkor megjelenik egy, a légiközlekedésben eddig még nem ismert jelenség, hogy a felhasználókban – mivel nem tartózkodnak ténylegesen a fedélzeten – a légi jármű vezetői felelősség nem jelenik meg olyan mértékben, mint a hagyományos légi jármű vezetők esetében. A pilóták esetén a felelősségtudat jellemzően automatikusan alakul ki, köszönhetően a gyakorló repüléseknek és az életösztönek, azonban a pilóta nélküli légi jármű vezetők esetében a repülések teljesen más nézőpontból kerülnek végrehajtásra. Ez alatt értendő, hogy a felhasználók akár játéknak is tekinthetik az eszközt és ezáltal sokkal bátrabban és merészebben viselkednek, nem veszik figyelembe az eszközre vonatkozó, gyártó által meghatározott követelményeket. Ezek a *játékok* azonban légi járművek és a jövőbeni integráció megvalósításához más szemléletmód szükséges. Belátható, hogy az emberi tényezőt és a hibás döntésekből eredő kockázatokat hosszú távon ki kell küszöbölni, amelyet legegyszerűbben úgy tehetünk meg, ha a folyamatból elhagyjuk az embert, vagyis a lehető legtöbb esetben az automatizmusra törekszünk, vagy indokolt esetben az automatizmus által felülbíráljuk az ember által hozott hibás döntést.

A hagyományos légiközlekedéshez hasonlóan a jelenlegi fejlesztési irányok a pilóta nélküli légi járművekkel végrehajtott repülések esetében is egyértelműen azt mutatják, hogy azokat az eseteket, amelyek során az emberi döntés következményei repülőeseményhez vezethetnek, az embert egyáltalán nem, vagy csak a szükséges mértékben engedjük beavatkozni. Erre példa lehet, hogy egy kényszerhelyzeti eljárás lerepülése során a felhasználó csak nagyon minimálisan korrigálhatja az eszköz irányát és annak sebességét. Az említett eljárás egyértelműen az autonóm pilóta nélküli légi járműveket helyezi előtérbe és arra enged következtetni, hogy a jövőben olyan eszközöket fogunk használni, amelyek a felszállástól a leszállásig a repülés teljes időtartama alatt emberi beavatkozás nélkül képesek lesznek feladatukat önállóan végrehajtani. Természetesen teljesen autonóm nem lehet minden feladat, például olyan vizsgálat esetében, ahol az észlelés eredménye határozza meg a következő feladatot, az emberi döntés a folyamatban megmarad, de a légtérben történő mozgás lehet autonóm vagy automatizmus által felügyelt.

Az autonóm repülések biztonságos végrehajtásához és azok elterjedéséhez azonban egy olyan magasfokú automatizált irányítási rendszer, vagyis a pilóta nélküli légi járművek légiforgalmi szolgáltatását biztosító rendszer (UTM<sup>2</sup>) kialakítása szükséges, amely a légi járművek elkülönítésével lehetővé teszi a légtér tradicionális és pilóta nélküli repülés céljára történő vegyes felhasználását.

### UTM

Az UTM célja a pilóta nélküli légi járművek irányítása úgy, hogy a rendszer biztosítja az eszközök egymástól, a többi légtérfelhasználótól, a földön tartózkodó személyektől és az akadályoktól való elkülönítését annak segítségével, hogy a rendszer minden repülésre ható körülményt lehetőleg valós időben vesz figyelembe. Az UTM egy felhőalapú légiforgalmi irányítási

---

<sup>2</sup> UTM: Unmanned Aerial System (UAS) Traffic Management - pilóta nélküli légi jármű rendszerek forgalmi menedzsmentje

és szolgáltatási rendszerként határozható meg, amelyhez a pilóta nélküli légi járművek és az azokkal kapcsolatban álló valamennyi érintett fél hozzáférhet. Az UTM rendszer működését tekintve hasonló, mint a hagyományos légi közlekedésben már ismert eljárás: a felszállástól a leszállásig az UTM folyamatos irányítást és felügyeletet nyújt a repülés teljes időtartama alatt. A felhasználók elsősorban a pilóta nélküli légi járművek, ugyanakkor a megfelelő működés megkívánja a hatóságok, a gyártók, az üzemben tartók, az ATM<sup>3</sup> és a jogalkotó közötti együttműködést, amelynek leginkább a hatékony adatcsere tekintetében kell megvalósulnia [4].

### *Azonosítás*

Az UTM egyik alapkövetelménye, hogy minden pilóta nélküli légi jármű azonosítható legyen, amely a rendszerhez kapcsolódik. Az eszközök regisztrálása bizonyos súlyhatár, jellemzően 250 gramm felett már több országban kötelező. A regisztráció célja, hogy az eszközöket egyértelműen az üzemben tartóhoz lehessen rendelni, továbbá az eszközzel kapcsolatos további információk megadása is kötelező, például a felszálló tömeg vagy az eszköz rendeltetése. A pilóta nélküli légi járművek esetében a regisztráció a légi közlekedésben megszokottaktól eltér, ez alatt nem a hagyományos értelemben vett lajstromozást vagy az eszközök nyilvántartásba vétele értendő, hanem egyre inkább kezd elterjedni az online regisztráció, amely jelentősen megkönnyíti a felhasználók és a hatóságok feladatát. A gyártók a mellékelt használati útmutatókban felhívják a figyelmet arra, hogy az eszközöket az egyes országokban a hatályban lévő jogszabályoknak megfelelően regisztrálni kell, azonban egyre gyakoribb, hogy megkövetelik a felhasználóktól a saját rendszerükben történő regisztrálást is. Ez nem csak egy esetleges nyomozás vagy kivizsgálás során eljáró hatóságoknak jelenthet segítséget, ahol az országban még nem lehetséges vagy nem kötelező az eszközökről nyilvántartást vezetni, hanem egyfajta visszajelzésként is funkcionál, hiszen az eszközök egyre több repülési adatot képesek tárolni és szolgáltatni a gyártó felé. Ezáltal az érintett gyártó tudomást szerez a repülések során előforduló hibákról és azok bekövetkezésének gyakoriságáról, így felismerhető egy-egy hibás konstrukció vagy szoftverhiba.

### *Adatcsere és kommunikáció*

Az UTM működésének egyik alappillére a légiforgalmi adatok gyűjtése és azok feldolgozása. A légi közlekedésben statikus adatok is előfordulnak, például az AIP<sup>4</sup>-ben található információk, valamint ide tartoznak a pilóta nélküli légi járművekkel kapcsolatos paraméterek is, amelyeket a rendszerbe történő regisztráláskor kell megadni. A viszonylag ritkán, legfeljebb AIRAC<sup>5</sup> ciklusonként változó adatok mellett a dinamikus adatokkal is számolni kell, ezeket a naponta akár többször is frissülő NOTAM<sup>6</sup>-ok tartalmazzák, azonban a légiforgalom pillanatnyi helyzetéről szóló információk, például az egyes légterek tényleges működése közvetlenül csak a légiforgalmi szolgálattól tudhatók meg. A légiforgalmi adatok UTM-be történő továbbítása érdekében nem csak az UTM és az ATM, hanem az üzemeltetők, a gyártók és minden olyan szereplő közötti folyamatos adatcsere biztosítása szükséges, akik olyan információkkal rendelkeznek, amelyek hatással lehetnek a biztonságos légi közlekedésre. Ez alatt értendők például azok a szolgáltatók, akik az akadályadatbázis létrehozásáról és annak naprakészen tartásáról gondoskodnak.

---

<sup>3</sup> ATM: Air Traffic Management – Légiforgalmi szolgáltatás

<sup>4</sup> AIP: Aeronautical Information Publication – Légiforgalmi tájékoztató kiadvány

<sup>5</sup> AIRAC: Aeronautical Information Regulation And Control

<sup>6</sup> NOTAM: Notice to Airmen

Az UTM-ben nem csak a hazai jog szerinti állandó és eseti légtereket kell megkülönböztetni, hanem a légiforgalmi adatok közé sorolandók azoknak a légtereknek az adatai, amelyekbe csak a pilóta nélküli légi járművek nem repülhetnek be. Az ezekben a légterekbe történő berepülést megakadályozó technológiai az úgynevezett virtuális-kerítés, amelyet egyelőre még sem a nemzetközi, sem a hazai jogszabályok nem értelmeznek, azonban – az egységes Európai Unió szabályrendszernek való megfelelésre készülve – a nagyobb gyártók már most olyan szoftveres korlátozást programoznak a pilóta nélküli légi jármű rendszerekbe, amelyek megakadályozzák, hogy az eszközök olyan légtér részbe repülhessenek, ahová valamilyen okból korlátozást rendeltek el számukra. Ez a megoldás repülésbiztonsági szempontból előrelépést jelenthet, ennek alkalmazásával a forgalmasabb repülőterek környékére az eszközök gyári beállítás szerint nem repülhetnek be, továbbá ezeken a területeken felszállni sem képesek a korlátozás miatt. A későbbiekben az illetékes hatóságok védelmi és biztonsági okok miatt további, a pilóta nélküli légi járművek repülései előtt elzárt légtér részeket jelölhetnek ki, amelyek a kötelezően előírt időszakos frissítésekkel válnak a pilóta nélküli légi jármű rendszerek számára elérhetővé. Bizonyos gyártók már napjainkban is olyan korlátozásokkal látják el az eszközeiket, hogyha azok nem naprakész adatbázissal rendelkeznek, nem is szállhatnak fel.

A kommunikáció során az adatcserének gyorsnak, robusztusnak, biztonságosnak és mindenhol elérhetőnek kell lennie. Ezeknek az eszközöknek a távvezetése – vagyis a pilóta nélküli légi jármű és a munkaállomás közötti adatcsere – a polgári alkalmazásban általában a szabad frekvenciasávokon, jellemzően a 2,4 GHz-es és az 5 GHz-es tartományban valósul meg. Ez nem csak abból a szempontból jelent problémát, hogy számos más, közel azonos frekvencián működő, kis hatótávolságú eszköz egymás működését is zavarhatja, hanem a távolságok tekintetében is akadályt jelenthet. Az említett frekvenciasávokon történő működtetés a megengedett adóteljesítmény alkalmazása esetén a maximális hatótávolság legfeljebb néhány száz méter, amely drasztikusan csökkenhet, például lakott terület feletti repülés esetén. Olyan új technológiát kifejleszteni, amely kifejezetten a pilóta nélküli légi járművek és az UTM közötti adatcsere megvalósítását teszi lehetővé időigényes és nagyon költséges lehet, valamint frekvenciagazdálkodás szempontjából sem kivitelezhető egy frekvenciasáv kifejezetten erre a célra történő dedikálása.

A mobiltechnológia fejlődésének köszönhetően napjainkban nagysebességű adatátviteli módok állnak rendelkezésre, amelyek magassági korlátokkal ugyan, de hatalmas területeket fednek le szinte hiánytalanul. Az így kiépített infrastruktúra alkalmas lehet arra, hogy az UTM követelményeinek megfelelően teljesítse azokat az elvárásokat, amelyekkel a pilóta nélküli légi járműveket ki lehet szolgálni. A szélessávú mobilinternet megjelenésével gyorsan, megbízhatóan és hatékonyan tudunk nagy mennyiségű adatot továbbítani. Napjainkban egyre nagyobb teret hódítanak azok a pilóta nélküli légi jármű rendszerek, amelyek a 4G mobilhálózaton keresztül bonyolítják le az eszköz és a munkaállomás közötti kommunikációt. A mobilhálózat erre a célra történő dedikálása a közeljövőben kiküszöbölheti a szabadfrekvencián történő működtetéssel járó fizikai korlátokat, ennek segítségével pedig olyan új fejlesztési irányok és alkalmazási területek is megjelenhetnek, amelyekre a nagy távolságok miatt eddig nem volt lehetőség. A nagysebességű hálózatok fejlődését nézve azonban elmondható, hogy esetünkben, vagyis az UTM-mel való kommunikációt tekintve, valódi alternatívát a még tesztelés alatt álló 5G, valamint az ennél gyorsabb hálózatok jelenthetnek [5][6].

### *Összeütközések elkerülése*

Az autonóm repülések során a pilóta nélküli légi járművek az előre beprogramozott útvonalat repülik le, az eszköz a hatótávolságától függően akár több kilométeres távolságra is eltávolodhat a felszállási ponttól. A repülés időtartama alatt az eszköz tehát jellemzően a kezelő személy látótávolságán kívül helyezkedik el, ezért a többi légi járműtől és akadályoktól való elkülönítést emberi beavatkozás nélkül szükséges megoldani.

A pilóta nélküli légi járművek összeütközésének elkerülését nagymértékben megkönnyíthetik azok a rendszerek, amelyek képesek arra, hogy érzékeljék a környezetükben lévő akadályokat, majd azok elkerülésére eljárást dolgozzanak ki, amely alapján az eszköz képes az elkerülő manővert végrehajtani. A tervezett repülési profiltól történő eltérést a rendszer naplózza. Ezek az úgynevezett S&A<sup>7</sup> rendszerek, amelyek kifejezetten a pilóta nélküli légi járművekkel végrehajtott repülések biztonságát hivatottak elősegíteni. Az elmúlt években sokat fejlődött az – egyes gyártóknál már alapfelszerelésként megjelenő – elkerülést segítő technológia, a fedélzeti rendszer már nem csak arra képes, hogy a szenzorok érzékeljék a közelben lévő, akár több tíz méteres távolságban lévő akadályokat, hanem bizonyos sebességhatár alatti repülés esetén elkerülési eljárást dolgoz ki, ezt követően pedig ennek megfelelően történik a repülés.

A légtérbe integráláskor azonban nagyobb hangsúlyt kell fektetni ezeknek az eszközöknek az egymással és más légi járművel történő összeütközések megelőzésére. Érdekes az ATM rendszerben már használatban lévő technológiák alkalmazását alapul venni, amelyek alkalmasak lehetnek arra, hogy a pilóta nélküli légi járművekről a szükséges adatokat sugározzák a vevőberendezések felé. Tekintsük elsőként az ADS-B<sup>8</sup>, rendszert, amelynek előnye, hogy pozíció adatokat sugároz magáról és abban az esetben, ha egy másik légi járművön is megtalálható az ADS-B akkor a két adóvevő bizonyos távolságon belül képes egymást érzékelni és a rendszer akár képes is lehet a kikerülési eljárást kidolgozni. Hasonló elven működik a FLARM, azonban ez a rendszer már képes a hagyományos légi közlekedésben elterjedt transzponderek által S és C módban sugárzott jelek feldolgozására, így az a pilóta nélküli légi jármű, amely rendelkezik ezzel a berendezéssel, megfelelő elkülönítést tarthat azoktól a légi járművektől, amelyek fedélzetén transzponder található. Ezek a rendszerek önmagukban az összeütközések elkerülésére tökéletesen alkalmazhatók, azonban ezek a gyártóspecifikus eszközök a szabványok hiánya miatt nem minden esetben képesek együttműködni egymással, így az UTM-ben történő alkalmazáshoz a szabványosításig nem felelhetnek meg. Valódi alternatívát jelenthet az ACAS<sup>9</sup> fejlesztés alatt álló verziója, az ACAS Xu, amelyet kifejezetten a pilóta nélküli légi járművek számára optimalizálnak. A szabványok meghatározására induló projekt 2016-ban kezdődött és várhatóan 2020-ra fejeződik be [7][8][9].

Az elkülönítés biztosítását hosszú távon, rendszerszinten szükséges kezelni, amelyet úgy lehet megvalósítani, hogy az UTM a pilóta nélküli légi járművek paramétereinek, az eszköz által sugárzott telemetriai adatoknak és a statikus, valamint dinamikus adatoknak a felhasználásával a rendszer automatikusan észleli az eszköz repülését keresztező akadályt vagy másik légi járművet, elkerülési eljárást dolgoz ki, majd továbbítja azt a légi jármű számára, amely ezt követően

---

<sup>7</sup> S&A: Sense and Avoid

<sup>8</sup> ADS-B: Automatic Dependent Surveillance – Broadcast

<sup>9</sup> ACAS: Airborne Collision Avoidance System

végrehajtja az utasításokat. Az előzőekben felsorolt nem kooperáló fedélzeti eszközök önmagukban nem képesek biztosítani az elkülönítést, ugyanakkor redundáns rendszerként történő alkalmazásuk nélkülözhetetlen a pilóta nélküli légi járművek irányításban.

### *Helymeghatározás*

Az UTM megfelelő működéséhez és a repülésbiztonság fenntartásához az ATM-hez hasonlóan elengedhetetlen a hatékony, a rendszer szempontjából gyors, pontos és megbízható helymeghatározás. A legtöbb pilóta nélküli légi jármű már rendelkezik műholdas helymeghatározó rendszerrel, amely Európában jellemzően az Amerikai Egyesült Államok által működtetett NAVSTAR GPS<sup>10</sup> műholdak jeleinek vételét jelenti.

A polgári felhasználású célokra engedélyezett GPS mód hátránya azonban, hogy korrekciók nélkül a helymeghatározás pontossága akár több méteres hibával is terhelt. A pontosságára több tényező is hatással lehet, a mérés eredményét befolyásolhatják a légköri viszonyok, valamint a pilóta nélküli légi járművek alacsony magasságon történő működtetése esetén a természetes környezetről vagy a mesterségesen épített tereptárgyaktól visszaverődő reflexió. Az olyan helyekre történő berepülés esetén, ahol a műholdak jelenős részben vagy teljesen árnyékoltak, a technológia egyáltalán nem alkalmazható. A mérési hibák a magasság meghatározásánál a legjelentősebbek, akár több tíz méteres pontatlanságok is előfordulhatnak. Ez a jelenlegi pontosság azonban az UTM működéséhez a jövőben várhatóan nem lesz elégséges, hiszen a teljesen autonóm repülések esetében, például leszálláskor sokkal pontosabb helymeghatározásra és kisebb hibatűrésre lesz szükség. További szenzorok, például digitális képfeldolgozó rendszerek vagy távolságmérő érzékelők integrálásával nagymértékben javítható az elérhető pontosság és a rendelkezésre állás.

A pontosság javításának érdekében a fedélzeti oldalról megoldást jelenthet a hagyományos légi közlekedésben már régóta alkalmazott RAIM<sup>11</sup> technológia pilóta nélküli légi járművekben történő alkalmazása. A technológiát kifejezetten a GPS rendszert alkalmazó, biztonságkritikus műveletek megbízhatóságának növelésére fejlesztették ki, amely lehetővé teszi a GPS jelek integritásának ellenőrzését. A rendszer előnye, hogy megfizethető, hiszen új fedélzeti rendszer kifejlesztését nem igényli, így széleskörben alkalmazható a pilóta nélküli légi járművek tervezésekor és gyártásakor. A légiközlekedésben jelenleg a legmodernebb műholdas adatokon alapuló helymeghatározó rendszer pontosságát javító, műholdas megközelítési eljárásokat is kiszolgáló technológia az SBAS<sup>12</sup>. Az optimális megoldást egy olyan fedélzeti egység alkalmazása jelentheti, amely kihasználja a RAIM és az SBAS által nyújtott előnyöket. Az Amerikai Egyesült Államokban már kapható az FAA<sup>13</sup> által tanúsított FYXnav, amely nagy pontosságú GNSS<sup>14</sup> vevőt és RAIM processzort kombinál a GPS pontosságának javítása érdekében, az SBAS támogatásnak köszönhetően pedig akár centiméteres nagyságrendben képes korrigálni a GPS jeleket [10].

---

<sup>10</sup> GPS: Global Positioning System

<sup>11</sup> RAIM: Receiver Autonomous Integrity Monitoring

<sup>12</sup> SBAS: Satellite Based Augmentation System

<sup>13</sup> FAA: Federal Aviation Administration

<sup>14</sup> GNSS: Global Navigation Satellite System

## ÖSSZEFOGLALÁS ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A pilóta nélküli légi járművek felhasználása az utóbbi néhány évben rohamosan megnövekedett, azonban a jogszabályi környezet még nem tudta teljes mértékben lekövetni ezt a napról napra fejlődő iparágat. Egyre többen és egyre szélesebb körben alkalmaznak pilóta nélküli légi járműveket, ugyanakkor az üzemeltetéssel, a gyártással és a hatósági eljárásokkal kapcsolatos előírások hiányosak, ezért működtetésük komoly kockázatot jelenthet a többi légtérfelhasználóra és a földön tartózkodó személyekre egyaránt. Belátható, hogy a jogszabályi háttér olyan módon történő tisztázása szükséges, amely rendelkezik az ezekkel az eszközökkel végrehajtott repülések szabályairól, valamint azokról a kötelezően beépítendő felszerelésekről is, amelyek biztosítják a repülések biztonságos végrehajtását.

A fejlődés iránya azt mutatja, hogy a fejlett fedélzeti rendszerrel ellátott pilóta nélküli légi jármű rendszerek egyre nagyobb teret hódítanak és előtérbe kerülnek azok az eszközök, amelyek képesek az előre beprogramozott útvonalat a kezelő személyzet beavatkozása nélkül lerepülni. Az emberi tényező magában hordozza a hibás döntés lehetőségét, azonban az emberi beavatkozás minimalizálása nagymértékben növelheti a repülésbiztonság szintjét. Az autonóm repülések elterjedéséhez mindemellett egy olyan automatizált irányítási rendszert szükséges kialakítani, amely az állandó és a folyamatosan változó valós idejű adatok gyűjtése és feldolgozása alapján képes a pilóta nélküli légi járművek repüléseit felügyelni és szükség esetén azokat módosítani. Az UTM kialakításához szükséges technológiának egy része már jelenleg is rendelkezésre áll, azonban ezek szabványosítása és széles körben való alkalmazása jelentheti a pilóta nélküli légi járművek valódi légtérbe integrálását.

Az UTM kialakításával a pilóta nélküli légi járműveket a jövőben nem csak kísérleti jelleggel lehetne alkalmazni a légiszállítás vagy akár az életmentés területén, hanem a technológia fejlődésének köszönhetően ezek az eszközök egyre megbízhatóbbak és biztonságosabbak lesznek, így mindennapi életünk része lehet a pilóta nélküli repülés.



## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Convention On International Civil Aviation (online) url: [http://www.icao.int/publications/Documents/7300\\_orig.pdf](http://www.icao.int/publications/Documents/7300_orig.pdf)
- [2] Az Európai Parlament és a Tanács 216/2008/EK rendelete (online) url: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R0216&from=HU>
- [3] Notice of Proposed Amendment 2017-05 (B) Introduction of a regulatory framework for the operation of drones (online) url: <https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/NPA%202017-05%20%28B%29.pdf>
- [4] Federal Aviation Administration, Unmanned Aircraft System Traffic Management (UTM) (online) url: <https://www.faa.gov/uas/research/utm/>
- [5] AMBAR Group weboldal (online) url: <https://www.ambargrp.com/>
- [6] Qualcomm: Accelerating 5G New Radio (NR) for Enhanced Mobile Broadband and Beyond (online) url: <https://www.qualcomm.com/documents/accelerating-5g-new-radio-nr-enhanced-mobile-broadband-and-beyond>
- [7] uAvionix Corporation ADS-B Transceivers, Receivers and Navigation Systems for Drones (online) url: <http://www.unmannedsystemstechnology.com/company/uavionix-corporation/>
- [8] UAS Electronic Identification (online) url: <https://flarm.com/technology/eid/>
- [9] Eurocontrol: ACAS Guide (online) url: <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/content/documents/nm/safety/ACAS/safety-acas-II-guide.pdf>
- [10] uAvionix Corporation FYXnav-B (online) url: <http://www.uavionix.com/products/fxynav-b>

---

## INTEGRATION OF THE UNMANNED AIRCRAFT

*In recent years the popularity of unmanned aircraft has grown rapidly thanks to the fact that their use is only limited by imagination. However in order to exploit the potential of unmanned aviation it is necessary to integrate these devices into the airspace as soon as possible. It is necessary to establish a system of rules that would allow the airborne aircraft to remain safe while operating in the same airspace together with other users. The easiest way to integrate them is to create an air traffic management system especially designed to support the operations of unmanned aircraft.*

**Keywords:** *unmanned aircraft, integration, airspace, autonomous, UTM*

---

---

Török Ágnes (MSc)  
ügyvezető, okl. közlekedésmérnök, repülésbiztonsági  
elemző  
Légtér.hu Kft.  
trk.agi@gmail.com  
<http://orcid.org/0000-0003-0536-6215>

---

Török Ágnes (MSc)  
CEO, transportation engineer, safety analyst  
Légtér.hu Ltd.  
trk.agi@gmail.com  
<http://orcid.org/0000-0003-0536-6215>

---



[http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2017\\_3/2017-3-14-0419\\_Torok\\_Agnes.pdf](http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2017_3/2017-3-14-0419_Torok_Agnes.pdf)

