

## **A PILÓTANÉLKÜLI REPÜLŐ ESZKÖZÖK ALKALMAZÁSÁNAK SAJÁTOSSÁGAI NEMZETI LÉGTÉR BEN**

A világ számos országában egyre nagyobb lendülettel folyik a pilótanélküli repülő eszközök, UAV<sup>1</sup> fejlesztése és alkalmazása, mely napjainkban elsődlegesen a katonai felhasználásra korlátozódik. Az UAV-kal kapcsolatos folyamatos fejlesztésekre nagy hatást gyakorolnak a mindenkori háborúk, háborús helyzetek, harci cselekmények, melyek minden esetben felszínre hoznak olyan új alkalmazási eljárásokat, vagy szükséges technikai változtatásokat melyekre a gyártóknak megoldást kell találniuk. Mivel az elmúlt 10—15 évben igen gyakoriak voltak a háborús tevékenységek, így az UAV-k fejlesztési tendenciája folyamatos emelkedést mutatott. A változások kapcsán megérették ezek az eszközök arra, hogy felkeltsék magukra a figyelmet más potenciális felhasználók, mint a civil kormányzatok mind a kereskedelmi felhasználók irányában.

1999-ben a világpiacon az UAV-k teljes részesedése elérte a 2,1 billió dollárt, melyből a katonai UAV-k részesedése közel 1,9 billió US\$ volt. Tíz éves előrejelzésre, évi átlag 12,2%-os átlagos, lépcsőzetes növekedési aránnyal számolva 2008-ra a világpiacon teljes részesedés elérheti a 42,4 billió US\$-t.

Katonai felhasználási területen a hagyományos elrendezésű UAV-k piaci részesedési rátáját 10,9%-os aránnyal számolva elérhetik a 36,1 billió US\$-t, és ennél nagyobb növekedési ütemet jeleznek előre a forgószárnyas harcászati UAV-k vonatkozásában (28,3%-ot), ami elérheti a teljes harcászati UAV részesedés 30%-át. A stratégiai UAV-k kérdése kissé kényesebb, nagyban függ a világpolitikai tényezőktől, de itt is feltételeznek 19,5%-os átlagos éves növekedést.

Bár a civil UAV felhasználás napjainkban még gyermekkorát éli, a gyártók és a felhasználók 75%-a igen erőteljes felfutását valószínűsíti az elkövetkezendő öt-tíz évben. Egy nagyobb felfutás 2002 és 2004 közötti időszakban várható, majd egy másik 2007 után. 1998-ban a civil UAV-k világpiacon részesedése a teljes részesedés 10%-át sem érte el 100 millió US\$ alatt maradt.

Elemzők véleménye szerint az intenzívebb növekedést akkor lehetne elérni, ha két fontos problematikája megoldódna az UAV-k alkalmazásának.

- az UAV rendszerekkel végrehajtott feladat teljes bekerülési összegében ár-előnyt mutatna (összehasonlításként) a pilóta által vezetett eszközökkel szemben. Ehhez részletes kimutatások, analízisek, számítások szükségesek;

— más (pilóta által vezetett, műhold) rendszerekkel szemben a kítűzött feladatot eredményesebben, pontosabban gyorsabban lenne képes végrehajtani.[1] Ám bármennyire is szükségszerű lenne bizonyos helyzetekben, repülési feladatokra UAV-kat használni, pilóta által vezetett légi járművek helyett, sok olyan nyitott kérdés van még napjainkban melyek megoldásra várnak és egyben korlátjai a nem katonai alkalmazásnak. Célszerűnek látszana a katonai felhasználók meglévő tapasztalatainak átvétele, az UAV repülések tervezésével, végrehajtásával, ellenőrzésével, biztosításával kapcsolatban, de ez nem jelenthet teljes körű adaptációt. Az ok nyilvánvaló. Katonai felhasználás során az UAV-k (tekintsünk el a kísérleti eszközzel való berepülésektől), vagy harci feladatot, vagy kiképzési feladatot hajtanak végre.

- a harc feladat végrehajtásának körzetében az esetek többségében teljes egészében kizárt bármilyen polgári repülés. A saját erők repülései előre tervezettek mind időben, mind térben, miáltal beilleszthetővé válik UAV-k repülése is, melyekről tudomása van az irányító személyzetnek;
- a kiképzési repülések béke időszakban olyan előre megigényelt légterekben folynak, melyben a repülés időtartamára megtiltják (korlátozzák) a polgári repüléseket, illetve az igényelt időszakban katonai irányító szolgálatok tevékenységével ellenőrzötté teszik e légtereket.

Ebből kifolyólag várhatóan nagyobb számban azok az UAV-k jelennek majd meg egy nem-szeparált légtérben, amelyek civil feladatokban vesznek, de nem kizárt a katonai UAV-k repülése sem. Mielőtt részletesen rátérnénk a jogi, szervezési és a technikai kérdéskörre ismerjük meg milyen feladatokat szánnak a szakértők az elkövetkezendő időszakban a civil UAV rendszerek számára.

## ALKALMAZHATÓSÁG

A közeljövőben (1-2 éven belül):

- határőrizet, megfigyelés (tiltott határátlépés, csempészet);
- drog felügyelet (felderítés, megfigyelés);
- város ellenőrzés (terrorista elhárítás, VIP rendezvények felügyelete);
- tűzestek felderítése, ellenőrzése (erdő-, fűrótorony tüzek, oltás);
- rendkívüli helyzet (árvíz, földrengés, vulkánkitörés), Kutatás-mentés.

Későbbi időben (3-4 éven belül):

- tengerpart megfigyelés;
- távérzékelés és meteorológiai adatgyűjtés;
- közmű megfigyelés, ellenőrzés (elektromos és távvezeték felügyelet);
- polgári védelem (pl. nagy értékű állami vagyon őrzése);
- mezőgazdaság (termény/kárbecslés, halászati és vadmegfigyelés).

Távolabbi jövőben:

- távközlési és műholdas adatátvitel;
- kőolaj és ásvány felmérés, azonosítás;
- hosszú időtartamú természettudományi és atmoszférikus kutatás.

A legfontosabb kérdés a civil alkalmazással kapcsolatban, az UAV-k repüléseinek megvalósítása nem-szeparált légtérben, vagyis olyan körülmények között, amikor pilóta által vezetett és pilóta nélküli repülő eszközök egyazon légtérben tevékenykednek. Amíg a katonai (harci) repülések során az elsődleges fontosságú szempont a feladat sikeres végrehajtása és csak azt követi a repülés biztonsága, addig a polgári repülések során e két dolog értelemszerűen felcserélődik. A világ több országában folynak törekvések melyek célja az előbb említett problémák kiküszöbölése, azok megoldására jogi, szervezési és technikai ajánlások megfogalmazása.

Bár hazánkban nincs rendszeresítve, de légterünkben eddig is előfordult és a közeljövőben is elő fordulhat UAV, így célszerűnek látszik repüléseikkel kapcsolatos problémák megfogalmazása és a fent említett kérdéskör mélyebb tanulmányozása.

## JOGI FELTÉTELEK

A repülés egy igen veszélyes üzem. Ahhoz, hogy a benne részt vevő személyek (utasok, személyzet) a repülés során a legnagyobb biztonságban legyenek, jogi garanciáknak kell teljesülniük. Mivel a pilóta nélküli repülő repüléséről van szó e rövid kis cikkben, vizsgáljuk meg a teljesség igénye nélkül jogi oldaláról is e kérdést. Átolvasva több a légi közlekedést érintő jogszabályt, megpróbáltam találni olyan kapaszkodókat ahhoz, van e lehetőség jelenlegi jogszabályaink értelmében annak, hogy pilóta nélküli repülő eszköz használhassa légterünket.

Az 1971. évi. 25. törvényerejű rendelet „EGYEZMÉNY a NEMZETKÖZI POLGÁRI REPÜLÉSRŐL” 8. cikkelye szerint: „Pilóta nélküli légi járművek: Olyan légi jármű, amely pilóta nélküli repülésre alkalmas, a Szerződő Államok területe fölött pilóta nélkül az illető Állam külön engedélyével és az engedély feltételeinek megfelelően repülhet. A Szerződő Államok kötelezettséget vállalnak a pilóta nélküli légi járműveknek a polgári légi járművek számára nyitva álló körzetekben történő olyan ellenőrzésére, amely a polgári légi járművek zavartalan közlekedését biztosítja.”

E rendelet szerint mivel hazánk aláírta a szerződést, a lehetőség biztosítva van, hogy UAV-k is végre hajthassanak repülést, amennyiben a külön engedélyben foglaltaknak megfelelően repülnek.

Az 1995. évi XCVII. Törvény „A légi közlekedésről”, meghatározza a magyar légtér igénybevételét, ami szerint magyar légteret az a légi jármű veheti igénybe:

- amely felségjellel és lajstromjellel rendelkezik;
- amelynek vezetője a szakszolgálati engedéllyel rendelkezik;
- külföldi polgári légi jármű a magyar légteret az (1) bekezdésben meghatározott feltételekkel, nemzetközi szerződés alapján, ennek hiányában a légi közlekedési hatóság előzetes engedélyével veheti igénybe;
- az ellenőrzött légtérben történő repülésekhez légiforgalmi irányítói engedély szükséges;
- az illetékes légi közlekedési hatóság engedélyével repülhet a magyar légtérben az a légi jármű, amely vezető nélküli repülésre alkalmas, továbbá a jogszabályban meghatározott repülőmodell, illetve repülőeszköz.

Amennyiben egy UAV teljesíti ezeket a feltételeket, használhatja a légteret, amihez természetesen sok más, többek között légi jármű műszaki alkalmassággal, ezen belül típus alkalmassággal, és légi alkalmassággal is rendelkeznie kell, melyet vagy polgári, vagy katonai hatóság kell, hogy kiállítson, természetesen a törvényben előírt igen szigorú feltételek megléte mellett.

A 14/1998. (VI. 24.) KHVM-HM-KTM együttes rendelet „A magyar légtér légi közlekedés céljára történő kijelöléséről” szóló rendelet lehetőséget nyújt, hogy légtérigénylést lehessen benyújtani, a különböző típusú légtérekben történő speciális feladatokhoz, így akár UAV repülésekhez is.

A 4/1998. (I. 16.) Kormányrendelet „A magyar légtér igénybevételéről” (általánosságban) a következőket határozza meg:

- a magyar légteret (a továbbiakban: légtér) légi közlekedés céljára és egyéb — nem légi közlekedési — célra lehet igénybe venni;
- a légtér egyéb — nem légi közlekedési — célú igénybevételének minősül: különböző lövedékek, rakéták, valamint olyan eszközök légtérbe juttatása, amely tömegüknél, kisugárzott energiájuknál és egyéb tulajdonságaiknál fogva a légi közlekedés biztonságára vagy az élet- és vagyónbiztonságra veszélyt jelenthetnek;
- a légi közlekedési tevékenységek eltérő jellemzőitől függően légteret kell igényelni, ha a tevékenység jellege külön légtér igénybevételét indokolja. Igényelni a légteret esetenként, meghatározott időtartamra lehet. Az igényelt légtérben a légi forgalom biztonságáért a légteret igénylő (a légitvékenységet szervező) szerv, szervezet és a légi forgalomban részt vevő légi jármű-vezető a felelős;
- a légtér egyéb — nem légi közlekedési célú — igénybevételéhez — a polgári légi közlekedést érintő esetekben a Közlekedési, és Vízügyi Minisztérium Légügyi Főigazgatóságával egyetértésben — a katonai légügyi hatóság ad engedélyt.

Mint minden olyan ténykedés, amelyet szigorú jogi szabályozás véd, nagyon bizonytalan egy ahhoz kapcsolódó tevékenységgel kapcsolatban bármilyen ki nyilvánítást is tenni. Mégis úgy vélem, hogy — bár az előző jogszabályokon kívül számos egyéb kapcsolódó jogszabály létezik, és az említett jogszabályok az UAV-kra vonatkozó meghatározásai is igen leegyszerűsítettek — jelenleg Magyarországon megvannak a jogi feltételei annak, hogy légterünkben pilóta nélküli repülő eszközök működjenek.

## TECHNIKAI FELTÉTELEK

Valamennyi civil légi jármű repülése a következő általános szabályok szerint kerül végrehajtásra:

- a repülés ellenőrzött vagy nem ellenőrzött légtérben kerül végrehajtásra;
- a repülés látási vagy műszeres repülési szabályok alapján folyik;
- a meteorológiai körülmények vagy a látási vagy a műszeres körülményeknek felelnek meg.

Általában az UAV repülések napjainkban ellenőrzött légtérben, műszeres repülési szabályok szerint kerülnek végrehajtásra. Ehhez szükséges megfelelő berendezés, kétoldalú kommunikációs összeköttetés és természetesen a civil légügyi hatóság jóváhagyása. Az az elképzelés, hogy egy UAV nem ellenőrzött légtérben, látási körülményekre előírt szabályok szerint működjön napjainkra szinte lehetetlen, mivel így az UAV-tól el kellene várni a látási szabályok szerinti repülés két alapszabályát „látni” és „elkerülni”, vagyis azt, hogy „Ő” is lássa meg és kerülje el a lehetséges forgalmat. Ezt a problémát akkor lehetne feloldani, ha valós repülési információk állnának az UAV-t kezelő (irányító) földi személyzet számára az UAV-t körülvevő légtérről és a közeli forgalomról.

Az igazi megoldást a „távérzékelőkkel történő látás” és az „automatikus összeütközés elkerülés” jelentheti. Várhatóan a megoldás kulcsa ez lesz. Biztató, hogy napjainkban a távérzékelő berendezések (optikai szenzorok), hatótávolságában, felbontó képességében és árban olyan mértékű javulás volt tapasztalható, ami biztató e kérdésben. Fontos megemlíteni, hogy ebben a folyamatban elengedhetetlen a saját eszköz helyének pontos és folyamatos ismerete, amit rendelkezésére állhat (adatátvitellel) a légtérben repülő többi eszköz, vagy a légiforgalmi szolgálatok számára is. E precíz, helyzet meghatározó eszköz napjainkban már létezik. Ez nem más, mint a GPS<sup>1</sup> (műholdas helyzet-meghatározó rendszer). A Svéd Repülés Kutató Intézetben, napjainkban kifejlesztés alatt áll egy rendszer melynek alapja egy precíz műhold navigációs rendszer a helyzet

---

<sup>1</sup> GPS — Global Positioning System

meghatározáshoz, fedélzeti számítógép az adatfeldolgozáshoz és egy szűk sávú VHF<sup>2</sup> adatvonal (nagyon magas frekvencia 30—300 MHz) a kommunikációhoz. Ezen eszközrendszer segítségével a légi jármű pillanatnyi helyzete, valamint előre számított repülési útvonala, szerkeszthető és továbbítható adatvonalon keresztül nem több mint 200! tengeri mérföld távolságig. A berendezés hatótávolságán belül tartózkodó, a jelek vételére alkalmas berendezéssel felszerelt repülőeszköz fedélzetén lévő számítógép kiértékelve a vett adatokat, melyekből 3D vektorgrafikus adat összehasonlítással képes kijelezni a számára veszélyes forgalmat. Ezek után a megoldás már csak egy jól átgondolt algoritmus és a rendszer robotpilótával való együttműködéssel ki is kerülheti a veszélyes szituációt. Ezek az elképzelések nem újak, hasonló veszélyre figyelmeztető és veszélyes szituációt elkerülő rendszerek már napjainkban is léteznek. Ezek az eszközök, vagy ezeknek az eszközöknek egy későbbi változatai tehetik teljessé az UAV-k szabad repülését nem-szeparált légtérben [6]. Azonban, amíg ezek az eszközök nem állnak rendelkezésre célszerű meglévő rendszereket és egyéb más hasznos eszközöket rendszeresíteni ahhoz, hogy a repülés biztonság az UAV-k feladat végrehajtási légtérben is minél magasabb szinten legyen.

Elsődleges cél, biztonságosan elkülöníteni az UAV-t az egyéb forgalomtól. A legfontosabb tényező az, hogy az UAV teljes repülése alatt irányítás vagy ellenőrzés alatt álljon (full fly control). Ennek alapvető eszköze egy igen profi, számítástechnikai háttérrel erősen megtámogatott fedélzeti elektronika és az ahhoz kapcsolódó vezérlő berendezések sokasága. Maximálisan törekedni kell arra, hogy a fedélzeti berendezések képesek legyenek biztosítani a lehető legjobb navigációs pontosságot, aminek a feltétele a műhold vagy az inerciális navigáció (legjobb, ha mindkettő megvan). Szükséges a kétoldalú, védett (kódolt), lehetőleg hibamentes, dublázott, irányítottan és körkörös sugárzó adatvonal (a jövőben műholdas adatvonal) megléte. Nagyon fontos, hogy mind a navigációt, mind az adatkapcsolatot biztosító elektromos ellátó rendszer megbízhatóan működjön, hiszen ez fontos alapja az UAV korrekt működésének.

Tulajdonképpen a működtető szoftverrendszer egyik alrendszer kell, hogy legyen azaz intelligens funkció, ami képessé teszi az UAV-t arra, hogy akár kommunikációs, akár más probléma beállta esetén vissza tudjon térni a bázisra, vagy kényszerhelyzetben vészleszállást tudjon végezni. Mint a biztonságot nagymértékben emelő rendszerek, elláthatóak az UAV-k összeütközést elkerülő berendezésekkel (ACAS<sup>3</sup>/TCAS<sup>4</sup>), a légi forgalmi szolgálatok által történő azonosítás és

---

<sup>2</sup> VHF — Very High Frequency

<sup>3</sup> ACAS — Airborne Collision Avoidance System (fedélzeti összeütközés elkerülő rendszer)

<sup>4</sup> TCAS — Traffic Alert and Collision Avoidance System (forgalmi tájékoztató és összeütközés elkerülő rendszer)

helyzet meghatározást elősegítő céljából (IFF<sup>5</sup>/SSR<sup>6</sup>) transzponderrel, fedélzeti lokátorral, mellő légtérrel kutató kamerával. [3]

Fontos az is, hogy esetlegesen látási körülmények közötti repülés végrehajtása során az UAV esetleges környezetében lévő repülőgépek pilótái időben észlelhesék. Ennek elősegítésére az UAV-t célszerű ellátni speciális (környezetéből kitűnő tónusú) festéssel, mind nappal, mind éjszaka üzemelő navigációs és összeütközés elleni fényekkel esetlegesen speciális (megkülönböztető) fényekkel.

Mint technikai eszköz nagyon fontos megemlíteni a kétoldalú, közvetlen adatvonalat elsősorban a polgári légiforgalmi irányítás és az UAV földi irányítópontja között, illetve más fontos szerv (kényszerhelyzeti-, kutató-mentő) szolgálatok között.

Látható, ebből a rövid felsorolásból is milyen precíz és sokrétű műszaki és technikai feltételekkel kell hogy rendelkezzen egy UAV bizonyos esetekben.

## SZERVEZÉSI FELTÉTELEK

Ebben részben megpróbálok egy pár olyan fontos tényezőt megemlíteni a témával kapcsolatban, amelyek elengedhetetlen feltételei lehetnek az UAV-k repülésével kapcsolatos biztonság fokozásához és ezzel együtt a kockázatok minimalizálásához.

A szervezési kérdések általában humán oldalról közelíthetők meg legjobban. Ezek szerint arra kell választ adnunk, hogy mik is azok az összetevők, azok az emberi tevékenységek melyek feltétlenül célszerűek és fontosak e téren.

Egy ilyen oldal, a felkészültség. Az, hogy az UAV repülésekben részt vevő teljes személyzet a lehetőségekhez mérten a legjobb felkészültséggel folytassa munkáját. Nagyon fontos feladat hárul minden egyes résztvevőre a repülés tervezésétől kezdve, a repülő eszköz felkészítésén át, annak irányítással befejezően. Mivel ezen eszközknél az utolsó végrehajtási momentum nem az ember, min a pilóta által vezetett repülőknél, így rendkívül fontos szerepet kell, hogy kapjon a repülés előtti és esetlegesen a repülés alatti hibabehatárolás, és a feltárt hibára való helyes ténykedés. Ez már csak részben emberi tevékenység, hiszen ebben a feladatban napjainkra a számítógépek vették át a fő szerepet.

Fontos, hogy az UAV-t irányító személyzetnek megfelelő ismeretei legyenek az általános repülési szabályokon túl, a légiforgalmi szolgálatok ellátásának szabályairól, a légtérről és az abban tevékenykedő más légi járművekről. Célszerű lenne, hogy a földi irányító állomáson valós radaradatok is rendelkezésre állhatnának az UAV működési légtéréről. Ez könnyebben megvalósulhatna, ha az irányító állomás civil, vagy katonai repülőtéren települne, vagy a radaradatokat valamilyen üzemelő hálózatról megkapná.

---

<sup>5</sup> IFF — Identification Friend or Foe (saját-ellenség felismerő rendszer)

<sup>6</sup> SSR — Secondary Surveillance Radar (másodlagos radarrendszer)

Elengedhetetlen, hogy a légiforgalmi szolgálatok is megfelelő ismeretekkel rendelkezzenek az UAV-król, azok berendezéseiről, speciális eljárásairól, alkalmazási formáikról, technikai paramétereikről.

Szükségesek ezeken kívül, azok a közösen kidolgozott jogszabályok, eljárások, végrehajtási utasítások, melyek biztosítékai és előfeltételei a hatékony és biztonságos repülésnek. Kiemelt helyen kell szerepeltetni egy másik fontos momentumot, mely mindenfajta közös munkavégzés alapja, mely nem más a megfelelő munkakapcsolat a polgári irányító szolgálatok valamint az UAV-kat irányító egységek között.

## ZÁRÓGONDOLATOK

Ebből a rövid ismertetőből is látszik, hogy milyen széleskörű feltételrendszernek kell teljesülnie ahhoz, hogy pilóta nélküli repülőeszköz és pilóta által vezetett légi jármű, egy légtérben a kockázat maximális kizárásával tevékenykedjen. Az UAV-k repülése civil légtérben már napjainkban sem furcsaság. Igaz, hogy ezeknek a repüléseknek jó része, távoli, lakott területektől kívül eső, ritka légi forgalom mellett valósulnak meg. Nem az emberi találmányosság vagy az ötletlenség hiánya, hanem a jelenlegi technikai „fejletlenség” a gátja az UAV-k és más pilóta által vezetett repülőök közös légtérben való biztonságos alkalmazásának.

### FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] KATRINA HERRICK, Deployment, Diversification, and Demonstration Will Shape the Future UAV Market, Frost & Sullivan report 1999, AT Code: 307.
- [2] PETER BERGJUNG, VDL mode 4 Executive Summary, Saab Dynamics AB, 1999.
- [3] MICHAEL ALLOUCE, JULY GOLUB, Civil UAV airworthiness & airspace integration, Civil UAV Worksoph, Israel, 2000. november