

Simon Sándor

Pilóta nélküli légi járművek (típus) megfelelőségértékelésének és a légi járművek folyamatos légi alkalmassága fenntartásának hatása a légi közlekedés biztonságára

A pilóta nélküli légi jármű-rendszerekre¹ vonatkozó üzemeltetési követelményeket az Európai Unió (EU) az UAS műszaki-technikai tartalma, illetve annak alkalmazási módja szerint különíti el. Az UAS műszaki tartalma és alkalmazási módja szerint három üzemeltetési kategória létezik: nyílt, speciális és tanúsított (fordítási hiba miatt engedélykötelesnek hívott).

Amennyiben az UAS-művelet átlépi a nyílt és a speciális kategóriájú műveletre meghatározott műveleti korlátokat, például az UAS maximális felszálló tömege (MTOM)² meghaladja a 25 kg-ot, a művelet repülési magassága 120 m feletti, vagy látótávolságon kívül (BVLOS)³ hajtjuk végre azt, illetve amennyiben a művelet biztonságos végrehajthatósága kapcsán elvégzett SORA-alapú⁴ kockázatértékelés alapján az adott művelet biztonságosan nem hajtható végre és/vagy az illetékes légi közlekedési hatóság úgy ítéli meg, hogy csak légi jármű-tanúsítási eljárás lefolytatását követően lehet észszerűen csökkenteni a műveleti kockázatokat, akkor tanúsított kategóriájú UAS-műveletekről beszélünk.

Jelen cikkemben az UAS-kategóriák és a légi járművek tanúsítási rendjének ismertetése mellett, a tanúsított kategóriájú UAS-műveletek biztonságos végrehajtásának lehetőségét és a folyamatos légi alkalmasságot irányító szervezetek (CAMO)⁵ ebben látható jövőbeni jelentőségét kívánom bemutatni.

Kulcsszavak: pilóta nélküli légi jármű-rendszer (UAS), maximális felszálló tömeg (MTOM), típusmegfelelőség-értékelés, bejelentett szervezet (NOBO),⁶ látótávolságon kívüli repülés (BVLOS), SORA-alapú kockázatértékelés, légi alkalmasság, folyamatos légi alkalmasságot irányító szervezetek (CAMO)

¹ Unmanned Aircraft System, UAS.

² Maximum Take-Off Mass – maximális felszálló tömeg.

³ Beyond Visual Line of Sight.

⁴ Specific Operations Risk Assessment – speciális műveletekre vonatkozó kockázatértékelés.

⁵ Continuing Airworthiness Management Organisation.

⁶ Notified Body.

1. Bevezetés

A pilóta nélküli légi járművek története szorosan összekapcsolódik a hagyományos légi járművek fejlődéstörténetével. Az első légi járművek múlt század eleji megjelenését követően, rövidesen megjelentek a pilóta nélküli légi járművek is, ám elterjedésük – elsősorban az elektronika és ennek köszönhetően az autonóm rendszerek lassabb fejlődése miatt – kevésbé volt dinamikus.

1.1. Történeti áttekintés

Pilóta nélküli légi járműveket kezdetben a katonai repülésben alkalmazták, első megjelenésük nagyjából az 1930-as évek közepére datálható, amikor is az Egyesült Államok hadseregében a légvédelmi gépágyúval felszerelt alakulatok kiképzése céljából rádió-távírányítású célrepülőgépeket (1. ábra) kezdtek el alkalmazni, így módon biztosítva azt, hogy a légvédelem valós repülő és manőverező légi eszköz megsemmisítését gyakorolhassa. Ekkor terjedt el az angol eredetű *drón*⁷ elnevezése is ezeknek a légi járműveknek, amelyek még közvetlen földi irányítás mellett működtek, autonóm repülésre nem voltak képesek. Az autonóm, vagyis a teljesen önálló drónrepülés technikai feltételei csak évtizedekkel később, a múlt század utolsó évtizedeiben álltak rendelkezésre, amikor a hagyományos légi járművek robotpilóta-rendszereihez hasonló funkciókkal (repülési magasság, irány- és sebességtartás) rendelkező berendezéseket képesek voltak olyan kis méretben létrehozni, hogy azok egy, a hagyományos légi járművektől jellemzően kisebb fizikai mérettel rendelkező pilóta nélküli légi jármű fedélzetére beépíthetővé váltak. Továbbá a szoftver- és műholdas navigációs technológia fejlődésének köszönhetően ezek a berendezések programozhatóvá váltak, és a fedélzeti *globális helyzetmeghatározó rendszer* (GPS⁸) segítségével folyamatos helyzetmeghatározás mellett a légi jármű képessé vált egy előre beprogramozott útvonal lerepülésére.



1. ábra
OQ-2A típusú rádió-távírányítású drón [1]

⁷ Jelentése magyarul: zümmögő.

⁸ Global Positioning System.

Ebben az időszakban indult meg a drónok tömeges fejlesztése és alkalmazása főként azon országokban, ahol jelentős összegeket fordítottak a hadiiparra és a fegyverfejlesztésekre (USA, Szovjetunió, Franciaország, Törökország, Izrael és Kína). A fejlesztés fő irányává a hadászati alkalmazásoknál elsődlegesen a felderítő céllal kifejlesztett drónok váltak. A gépeket fedélzeti fényképezőgéppel, nappali-éjszakai kamerákkal felszerelve jelentős hadműveleti információkat lehetett szerezni az „élőerő” kockáztatása nélkül. A katonai drónok fejlődésének egy másik fontos irányvonalává később a harcászati drónok (2. ábra) váltak. A mai fogalmaink szerint az UAV harctéri körülmények közötti első bemutatkozása a vietnámi háborúban volt 1975-ben [2, p. 37]. Ezek azok a légi járművek, amelyek fedélzetükön légi fegyvereket, jellemzően irányítható légiharc-rakétákat vagy bombákat képesek hordozni, és távirányítással vagy előre programozott útvonalat követve e fedélzeti fegyverekkel képesek légitámadást végrehajtani ellenséges célok ellen.



2. ábra
MQ-9 Reaper típusú harcászati drón [3]

A katonai drónok elterjedése mellett a 2000-es évek második felében, mivel a megfelelő fejlettségű technológia ezt lehetővé tette, megindult a polgári drónok elterjedése is. Ezek eleinte főleg játék- vagy hobbicélú eszközök voltak, amelyek csupán pár percig voltak képesek a levegőben maradni és csupán pár méterre távolodtak el a kezelőiktől. A későbbiekben, a 2010-es évek második felére már egyre nagyobb szerepet kapott a drónok professzionális alkalmazása, amely alapvetően ipari, mezőgazdasági vagy más speciális, például rendvédelmi alkalmazásokat jelent.

A fejlődés üteme napjainkra sem lassult, jelenleg már a polgári életben sem csak kamerás drónok alkalmazása zajlik. A mezőgazdaságban fontos növényvédelmi (légi-permetezési) feladatokat végeznek drónokkal, életmentő felszereléseket juttatnak el nehezen megközelíthető területekre, vagy árukiszállítást végeznek. A közeljövőben nagy valószínűséggel megjelennek majd az úgynevezett pilóta nélküli légi taxik (3. ábra), amelyek a nagyvárosokra jellemző közúti dugók elkerülésére kínálhatnak alternatívát.



3 . ábra

Airbus városi UAS légitaxi-koncepció [4]

1.2. Pilóta nélküli légi járművek és pilóta nélküli légitaxi-rendszerek

A pilóta nélküli légi járműveknek alapvetően azokat a légi járműveket tekintjük, amelyek fedélzetén nem tartózkodik pilóta vagy egyéb a légi jármű irányításáért felelős személy. A légi jármű a repülési feladatát a földön tartózkodó távpilóta irányítása és felügyelete mellett, alapvetően autonóm módon hajtja végre [5].

A pilóta nélküli légi jármű (UAV⁹), azaz maga a légi jármű önmagában nem képes a levegőben közlekedni. Repüléséhez egy rendszert (4. ábra) kell működtetni, amely rendszernek a légi jármű „csupán” egy, de természetesen a leglényegesebb eleme. A rendszer további eleme a földi irányító állomás (GCS¹⁰), amely egy munkaállomás a kezelő számára, ahol megtörténik a légi jármű repülési útvonalának tervezése, repülés közbeni irányítása és nyomon követése, illetve amelyen a repülés közbeni esetleges, a biztonság érdekében történő beavatkozáshoz szükséges funkciógombok – például azonnali leszállás, visszatérés a felszállási (home) pontra (RTH¹¹) – vannak elhelyezve. A rendszer harmadik fő eleme a légi jármű és a földi irányító

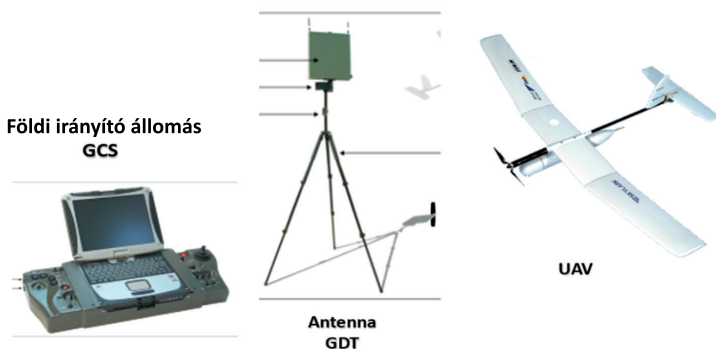
⁹ Unmanned Aerial Vehicle.

¹⁰ Ground Control Station.

¹¹ Return to Home.

állomás közötti folyamatos adatkapcsolatot biztosító *antennaberendezés és adatkapcsolati háló* (GDT¹²), amely segítségével rádióelektronikai úton repülési utasításokat lehet közölni a légi járművel, illetve rádió- és videójelek segítségével megtörténik az információ továbbítása a légi jármű fedélzetéről az irányítóállomáshoz. Ezen antennák jellemzően nagy polarizáltságú irányított antennák, amelyek rálátását a légi jármű irányába folyamatosan biztosítani szükséges. Az antennát különösen kisebb méretű drónok esetén a földi irányítóállomásra integráltan helyezik el, megjegyzendő azonban, hogy a nagy teljesítményű harcászati drónok irányítása és a fedélzeti kommunikáció viszont műholdas adatkapcsolat segítségével zajlik. A három fő rendszerelem, azaz a légi jármű, a földi irányítóállomás és az antennarendszer együttesét tekintjük egységiesen *pilóta nélküli légijármű-rendszernek* (UAS¹³).

UAS rendszer felépítése



4. ábra

Skylark-1 LE pilóta nélküli légijármű-rendszer [6]

2. Légi járművek típus- és légi alkalmassági tanúsítása

Egy légi jármű típusalkalmassága azt jelenti, hogy az adott légijármű-típus megfeleltethető egy valamilyen előre meghatározott, az adott légijármű-kategóriára elfogadott *tanúsítási specifikációnak* [7, p. 15]. Az ilyen specifikációkat nevezzük Certification Specification-nek (jelölése: CS) és ezek azok, amelyek részletesen meghatározzák, hogy az adott kategóriájú légi járművet, illetve annak fő darbjait milyen műszakilag elfogadott elvek mentén, milyen módszerekkel és például milyen biztonsági tényezőkkel kell megtervezni, illetve méretezni. Az EU-n belül az Unió repülésbiztonsági szervezete, az EASA¹⁴ bocsátja ki ezeket a specifikációkat. Az úgynevezett *nagy kategóriájú légi járművekre*, amelyek *maximális felszálló tömege*

¹² Ground Data Terminal.

¹³ Unmanned Aircraft System.

¹⁴ European Aviation Safety Agency – Európai Repülésbiztonsági Ügynökség.

5670 kg (12 500 lb) feletti (MTOM¹⁵ > 5670 kg) például az EASA CS-25 specifikáció vonatkozik. A normál kategóriájú légi járművekre (MTOM < 5670 kg) az EASA CS-23, a könnyű kategóriájú légi járművekre (MTOM < 750 kg) az EASA CS-VLA vonatkozik [8].

Drónokra jelenleg még nem áll rendelkezésre az EASA által kiadott tanúsítási specifikáció, azonban immár több mint egy évtizede működik egy szakértőcsoport, mégpedig azzal a céllal, hogy megalkossák a pilóta nélküli légi járművek tanúsításához szükséges tanúsítási specifikációkat. Ez a csoport a JARUS,¹⁶ amelybe jelenleg a világ 63 országa delegált légi alkalmassági szakembereket, illetve az EASA és az EUROCONTROL¹⁷ képviselői is részt vesznek a közös munkában. A JARUS ez idáig már több kiadványt is kibocsátott a különböző kategóriájú UAS-ok tanúsításának elősegítéséhez, így többek között a könnyű forgószárnyas (CS-LURS) és a könnyű merevszárnyas (CS-LUAS) pilóta nélküli légijármű-rendszerek hatósági tanúsításának elősegítésére, de ezen anyagok alkalmazása – tekintettel a JARUS „nem hatósági” státuszára – továbbra is csupán javasolt, kötelező érvényűvé kizárólag az EASA által való bevezetést követően tehető az EU-ban [9].

Katonai drónok tanúsítása vonatkozásában meg kell említenünk a NATO szabványügyi szervezete (NSO¹⁸) által kibocsátott szabványokat, amelyek közül a NATO STANAG 4671-es számú anyag foglalkozik a katonai célra fejlesztett könnyű UAS-ok hatósági tanúsításával. Ez alapvetően az EASA CS-23, CS-VLA és a JARUS CS-LURS és -LUAS előírásait követi.

A légi alkalmasság és a légi alkalmassági vizsgálatok már az adott egyedi, egy bizonyos típushoz tartozó légi járműre vonatkoznak. A légi alkalmassági vizsgálat célja megállapítani, hogy az adott légi jármű aktuális műszaki-technikai állapotát tekintve alkalmas-e a biztonságos légi közlekedésre, illetve karbantartása a gyártó által kiadott és az illetékes légügyi hatóság által jóváhagyott karbantartási utasítások szerint zajlik-e [7, p. 16].

Mind a típus-, mind pedig a légi alkalmassági vizsgálatokat általában az adott országban illetékességgel rendelkező polgári légügyi hatóságok, katonai légi járművek esetében pedig a katonai légügyi hatóságok hajtják végre, saját eljárásrendjüknek, illetve jogszabályi előírásainak megfelelően. A típusalkalmassági vizsgálatot, tekintettel az eljárás bonyolultságára, általában vagy egy egységesen kompetensnek elismert hatóság (az EU-n belül például EASA) vagy pedig egy bizonyos tagállam, rendszerint az adott típusú légi jármű gyártója szerinti légügyi hatóság hajtja végre. A légi alkalmassági vizsgálatokat, amelyeket időszakosan is végrehajtanak egy légi jármű üzemeltetése során, vagy az adott légi járművet lajstromozó hatóság, vagy pedig a hatóság által erre felhatalmazott szervezetek, az úgynevezett *folyamatos légi alkalmasság fenntartásáért felelős szervezetek* (CAMO¹⁹) hajtják végre.

¹⁵ Maximum Take-Off Mass – maximális felszálló tömeg.

¹⁶ Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems – Közös Hatóságok a Pilóta Nélküli Rendszerek Szabályozásáért.

¹⁷ EUROCONTROL – Európai Szervezet a Légiközlekedés Biztonságáért.

¹⁸ NATO Standardization Organization – NATO Szabványügyi Szervezet.

¹⁹ Continuing Airworthiness Management Organisation – Folyamatos Légialkalmasság-irányító Szervezet.

3. Termék- (típus) megfelelőségi értékelési eljárás és a bejelentett szervezet

Pilóta nélküli légi járművek típusalkalmassági vizsgálatát az Európai Unió belül az EU 2019/945 számú rendelete [5] írja elő, amely a pilóta nélküli légi jármű-rendszerek osztályozásáról, típusmegfelelőségéről, illetve típusstanúsításáról rendelkezik.

A rendelet a pilóta nélküli légi járműveket maximális felszálló tömegük (MTOM) és egyéb műszaki-technikai jellemzőik (például maximális repülési magasság: H_{repmax} , maximális repülési sebesség: v_{repmax}) szerint kategóriákra, egészen pontosan osztályokra bontja.

Ennek megfelelően az 1. táblázat szerinti UAS-osztályokat különböztethetjük meg.

1. táblázat
UAS-osztályok és főbb specifikumaik [10]

Osztály	MTOM	VLOS/BVLOS	Egyéb
C0	$\leq 0,250$ kg	VLOS	$H_{\text{repmax}} \leq 120$ m, $v_{\text{repmax}} \leq 19$ m/s
C1	$\leq 0,9$ kg	VLOS	$H_{\text{repmax}} \leq 120$ m, vagy a pilóta által korlátozható értékű, $v_{\text{repmax}} \leq 19$ m/s, rendelkeznie kell földrajzi helymeghatározó funkcióval (Geo-awareness)
C2	≤ 4 kg	VLOS	$H_{\text{repmax}} \leq 120$ m vagy a pilóta által korlátozható értékű, rendelkeznie kell földrajzi helymeghatározó funkcióval (Geo-awareness)
C3	≤ 25 kg	VLOS	az UAS jellemző fizikai mérete max. 3 m, $H_{\text{repmax}} \leq 120$ m vagy a pilóta által korlátozható értékű, rendelkeznie kell földrajzi helymeghatározó funkcióval (Geo-awareness)
C4	≤ 25 kg	VLOS	az UAS nem rendelkezhet automatikus vezérlési üzemmódokkal

A 2019/945 rendelet későbbi kiegészítése meghatároz még a fentiekén túli C5 és C6 kategóriákat, amelyekre a C3 kategóriában felsorolt fizikai specifikumok mellett főként alkalmazási körülményekre vonatkozó korlátok és lehetőségek (például C6 esetében BVLOS lehetőség) szerepelnek.

Ugyanakkor az EU külön rendeletben határozza meg a pilóta nélküli légi járművekkel végrehajtható műveleti kategóriákat, illetve az egyes műveleti kategóriákhoz tartozó hatósági tanúsítási követelményeket. E szerint megkülönböztet úgynevezett *nyílt*, *speciális* és *engedélyköteles* műveleti kategóriákat [11].

Amennyiben az UAS-t *nyílt* vagy *speciális* kategóriájú műveletekben kívánjuk alkalmazni (például nem repülünk embertömeg felé, nem szállítunk az UAS fedélzetén veszélyes árut és azt nem szórjuk le, nem repülünk látótávolságon kívül stb.), abban az esetben úgynevezett *termékmegfelelőség-értékelési* eljárást kell lefolytatnunk az UAS biztonságos légi közlekedésre való alkalmasságának megállapítása céljából. Ezt az eljárást csak az arra felhatalmazással rendelkező szervezetek, az úgynevezett *bejelentett szervezetek* (NOBO²¹) végezhetik majd az EU-n belül. A NOBO-k olyan EU-n belüli termékmegfelelőségi vizsgálatokra szakosodott és jogosított szervezetek, amelyek az EU-n belül nyilvántartási számmal rendelkeznek, és az EU illetékes szervezetéhez „be vannak jelentve”. A EU-nyilvántartásba kerülés feltétele az, hogy az adott tagállami illetékességgel rendelkező piacfelügyeleti hatóság a szervezetet bevizsgálja a vizsgált termék megfelelőségére vonatkozóan, illetve az úgynevezett bejelentő

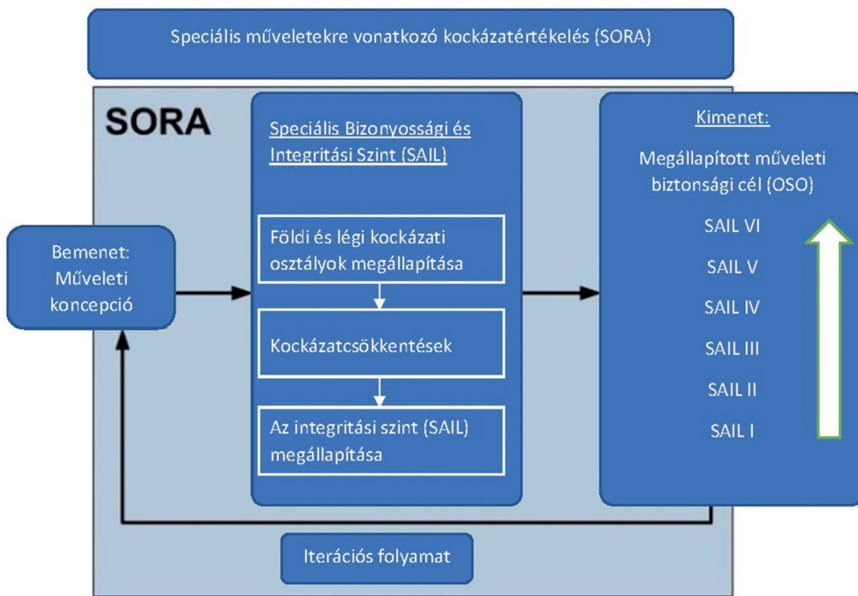
²⁰ VLOS/BVLOS: Visual Line of Sight/Beyond Visual Line of Sight – Látva repülés/Látva repülésen túli.

²¹ Notified Body.

hatóság a sikeres vizsgálatról készült jelentés alapján a szervezetet bejelentse az EU felé [12]. Hazánkban a drónok termékmegfelelőség-értékelésére vonatkozóan szervezeti vizsgálatra Budapest Főváros Kormányhivatala rendelkezik illetékességgel, bejelentő hatóságnak pedig a légi közlekedési hatóságot (jelenleg Építésügyi és Közlekedési Minisztérium Légügyi Felügyeleti Hatósági Főosztály) jelölték ki.

A tanúsításhoz szükséges tanúsítási specifikációt a közeljövőben kiadni tervezett prEN 4709²² jelű szabványsorozat fogja biztosítani a NOBO-k számára. A NOBO-k a szabvány előírásainak megfelelően, a gyártók megbízásából el fogják végezni az adott típusú drón szabványnak való megfelelőségértékelését, majd a sikeres vizsgálatot követően a gyártó elláthatja termékét az EU-ban való forgalmazáshoz szükséges, a termékmegfelelőséget igazoló CE jelöléssel, illetve a 2019/945 rendelet szerinti osztályazonosító címkével.

Az engedélyköteles kategóriájú UAS-ok típustanúsítását – a hagyományos légi járművekre vonatkozó jogszabályokhoz hasonlóan – az EASA által drónokra vonatkozóan kiadott, korábban említett tanúsítási specifikációknak, CS-eknek megfelelően, az EASA-nak vagy az adott állam illetékes (polgári) légi közlekedési hatóságának kell lefolytatnia. Tekintettel azonban arra, hogy jelenleg még sem az említett szabvány, sem pedig engedélyköteles drónok tanúsításokhoz szükséges, EASA által kiadott tanúsítási specifikáció nem áll rendelkezésre, az Unió 2024. január 1-jéig mentességet ad egyrészt az UAS-gyártók számára a NOBO-k bevonását illetően, másrészt a hatóságok számára a típustanúsítási eljárás lefolytatását illetően.



5. ábra
SORA-alapú kockázatértékelés [13]

²² prEN 4709 Aerospace series – Unmanned Aircraft Systems – 4709-01 Product requirements and verification for the Open category; 4709-02 Direct Remote identification; 4709-03 Geo-awareness requirements; 4709-04 Lighting requirements.

E dátumig a speciális drónműveletek biztonsági kockázata kezelésének érdekében az UAS üzemben tartóknak el kell készíteni az adott *speciális műveletre vonatkozó* SORA²³-kockázatértékelést (5. ábra), amelynek felülvizsgálatakor a hatóság a *műveleti biztonsági célok* (OSO²⁴) megfelelő meghatározását és megalapozottsági szintjének, azaz a *speciális bizonyossági és integritási szint* (SAIL²⁵) elérését ellenőrzi, illetve a kockázatcsökkentésre tett intézkedések megfelelőségét vizsgálja az adott műveletre vonatkozóan, így biztosítva azt, hogy ellenőrzött körülmények között tudjon megvalósulni a művelet végrehajtása. Az operatív biztonsági célok kihatnak a tervezéstől a gyártáson át, egészen a karbantartásig minden releváns részletre, amelyre az UAS üzemben tartójának figyelemmel kell lennie. Az UAS-gyártók pedig önállóan, a rendelkezésre álló egyéb (értsd nem drónspecifikus) szabványoknak való megfeleltetési eljárások lefolytatása útján tudják igazolni termékeik megbízhatóságát, az EU-n belüli forgalmazhatóság érdekében.

4. Légi járművek folyamatos légi alkalmasságának fenntartása és a repülésbiztonság

Általánosan, valamely légi jármű folyamatos légi alkalmasságának, azaz a légi jármű folyamatosan repülésre alkalmas állapotban tartásának gyakorlati módja, hogy a légi jármű egy, a karbantartótól és az üzemeltetőtől szervezetenként elkülönülő CAMO által felügyelt és irányított karbantartási környezetben üzemeljen (6. ábra). Egy légi jármű alkalmassági állapota kihat a repülésbiztonságra, hiszen az a légi jármű biztonságos légi közlekedésre való alkalmasságának fokmérője. Hogyan biztosítja ezt a CAMO? Legkönnyebben a szervezet feladatainak áttekintése útján elemezhetjük.

A főbb CAMO-feladatok az uniós előírás alapján [14]:

- a légi jármű karbantartási programjának elkészítése és szükség szerinti módosítása, az elkészült vagy módosított program jóváhagyásának megszerzése, illetve a program hatékonyságának ellenőrzése;
- a program alapján szükséges karbantartási feladatok kiadása a légijármű-karbantartó szervezet számára, a karbantartási program végrehajtásának felügyelete;
- a felügyelt légi jármű üzemeltetési és karbantartási körülményeinek ismerete, az adott légi jármű szerkezeti és karbantartási állapotának, a feltárt meghibásodásainak és azok kijavítási módjának ismerete;
- a légijármű-karbantartási program hatékonyságának ellenőrzése, így a repülőgép és rendszereinek megbízhatóságát, a jelentkező meghibásodások gyakoriságát figyelő és elemző úgynevezett megbízhatósági program működtetéséről is gondoskodnia kell;
- a légialkalmasság-felülvizsgálati bizonyítvány érvényességének fenntartása, amihez szükséges a rendszeres felülvizsgálat elvégzése;
- tisztában kell lennie a szabályzási környezet változásaival, a hatósági, gyártói és beszállítói előírások, követelmények mindenkorai helyzetével;
- meg kell szerveznie a légi jármű bármilyen módosításának jóváhagyását annak végrehajtása előtt;

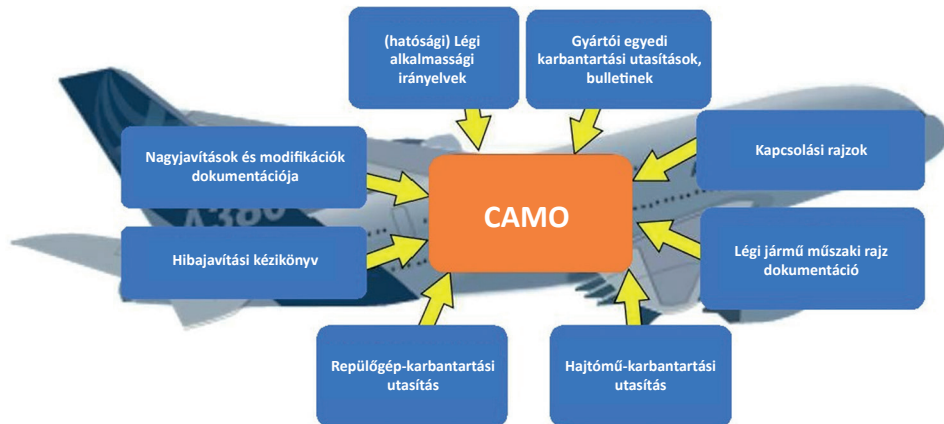
²³ Specific Operations Risk Assessment.

²⁴ Operational Safety Objectives.

²⁵ Specific Assurance and Integrity Level.

A CAMO szervezet (lehetséges) privilégiumai:

- *időszakos légi alkalmassági* felülvizsgálatok végrehajtása és a felülvizsgálati bizonyítvány kiadásának és érvényessége meghosszabbításának joga;
- különleges esetekben a repülőgép egyszeri átrepülése engedélyezésének joga.



6. ábra

A folyamatos légi alkalmasság irányításának rendszere [15]

A CAMO-feladatok, illetve lehetséges privilégiumai között szereplő *időszakos légi alkalmassági felülvizsgálatoknak* van talán a legnagyobb jelentősége, ennek van ugyanis közvetlen hatása a repülésbiztonságra, hiszen ebben az eljárásban minősítik az adott légi jármű alkalmas állapotát. A felülvizsgálat során a CAMO szakemberei áttekintik a légi jármű karbantartási dokumentációját, megvizsgálják annak teljességét, azt, hogy minden a gyártó által előírt karbantartási formát végrehajtottak-e az adott légi járművön, illetve azt megfelelően rögzítették-e a légi jármű vonatkozó dokumentumaiban, elektronikus karbantartás-nyilvántartó rendszerében. Emellett a CAMO szakemberei szemrevételezik az adott légi jármű általános műszaki állapotát, annak minőségét is, szükség esetén ellenőrző felülvizsgálati repülést hajthatnak végre. Manapság viszont ez utóbbira, tekintettel a légi járművek és a karbantartási rendszer fejlettségi szintjére egyre kevésbé vagy egyáltalán nincs szükség, mivel a légi jármű alkalmasságának állapota pusztán a szintén a CAMO által, a gyártói utasítások alapján összeállított és az illetékes légügyi hatóság által jóváhagyott légijármű-karbantartási program betartottságának felülvizsgálatával, nagy biztonsággal megállapítható.

5. Összefoglalás

A pilóta nélküli légi járművek alkalmazásának igénye a közeljövőben egyre inkább terjedni fog a nyílt és a speciális műveleteken túlra, azaz a tanúsított kategóriában is. Ez elsődlegesen megköveteli majd az UAS-ok hagyományos légi járművekkel közös légtérhasználata feltételeinek megteremtését is. A nagyvárosok megnövekedett földfelszíni és földfelszín alatti, jellemzően kötöttpályás túlsúfolt fogalma a városok feletti légtér kihasználására ösztönzi

már napjainkban is a városfejlesztőket. A városok feletti légi közlekedés jövőbeni koncepciója szerint ilyen fajta légtérhasználat elsősorban autonóm rendszerek, UAS-ok segítségével valósítható majd meg a legbiztonságosabban. Ennek érdekében ki kell dolgozni egyrészt az úgynevezett *rugalmas légtérfelhasználás* technikai és jogi szabályozási rendszerét, ami lehetőséget teremt majd az UAS-ok hagyományos légi járművekkel közös légtérhasználatára. Ehhez viszont a megfelelő műszaki-technikai színvonalú típusanúsított UAS-ok mellett létre kell hozni a biztonságos üzemeltetési környezetet is számukra azért, hogy ez a biztonságos légi üzem folyamatosan biztosítható legyen.

Meglátásom szerint a hagyományos légi járművek üzemeltetési környezetéből ismert folyamatos légialkalmasság-irányítási rendszer, illetve az azt biztosító CAMO szervezet pilóta nélküli légi járművek üzemeltetésére való alkalmazásának kötelezővé tétele útján biztosítható csupán a speciális kategórián túli, például személyszállításra is alkalmas UAS-ok hagyományos légi járművekkel közös és biztonságos légtérhasználatára.

Az UAS-ok jelenleg karbantartás szempontjából nem vagy nem teljeskörűen szabályozott üzemeltetési környezetben működnek, a légi alkalmassági állapotuk pedig nehezen lenne meghatározható, arra csupán a gyártó által kiadott használati útmutatóban, illetve a műveleti engedélyek megszerzéséhez szükséges, nagyvonalakban megfogalmazott karbantartási koncepciók alapján lehet következtetni. A hagyományos légi járművek üzemeltetését ellenőrző nemzeti légi közlekedési hatóságok pedig megfelelő szabályozók híján jelenleg nem gyakorolnak felügyeletet az UAS-ok légi alkalmasságát illetően. CAMO szervezetek alkalmazására pedig még nagyobb méretű és darabszámú drónok esetén sem kerül sor.

Véleményem szerint az UAS-üzemeltetők, üzemben tartók még nem ismerték fel az analógiát a hagyományos légijármű-üzemeltetés és a drónok rendszeres üzemeltetése között, illetve nem tudatosult bennük a drónok nem előre meghatározott karbantartási program szerinti üzemeltetésének káros hatása az UAS légi alkalmasságára, illetve annak valós és közvetlen veszélye a repülés biztonságára. Ez sok esetben annak is köszönhető, hogy a drónüzemeltetők nem ismerik a hagyományos légi járművek üzemeltetési rendszerét és a CAMO szervezetek működésének lényegét.

Jelenlegi koncepcióm szerint egyrészt jogszabályok által meg kell követelni e kategóriában a hagyományos légi járművekhez hasonló légialkalmasság-irányítási rendszer kiépítését UAS-ok vonatkozásában is, és az UAS üzemben tartó szervezetek számára megfelelő képzéseket kell szervezni, amelyek során az üzemben tartók ismereteket szerezhetnek a légi járművek folyamatos légi alkalmassága fenntartásának fontosságáról és a biztonságos légi közlekedés ezirányú feltételeiről.

Felhasznált irodalom

- [1] www.skytamer.com/Radioplane_OQ-2A.html
- [2] Palik M. szerk., *Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2013.
- [3] <https://dronewarsuk.files.wordpress.com/2010/06/predator-firing-missile4.jpg>
- [4] CityAirbus Passenger Drone Takes a Step towards 2018 Flight. *Unmanned Airspace*, 2017. december 19. Online: www.unmannedairspace.info/uncategorized/cityairbus-passenger-drone-takes-step-towards-2018-flight/

- [5] A Bizottság (EU) 2019/945 felhatalmazáson alapuló rendelete (2019. március 12.) a pilóta nélküli légi jármű-rendszerekről és a pilóta nélküli légi jármű-rendszerek harmadik országbeli üzemeltetéséről
- [6] A szerző saját szerkesztésű ábrája a Skylark I-LE – Elbit Systems típus ismertetője alapján. Online: <https://elbitsystems.com/>
- [7] Gaál S., *Airworthiness – Kezdeti és folyamatos légialkalmasság*. Lufthansa Technik AG, 2021.
- [8] [https://www.easa.europa.eu/en/search?keys=EASA%20CS-VLA&f\[0\]=origin:EASA+Pro](https://www.easa.europa.eu/en/search?keys=EASA%20CS-VLA&f[0]=origin:EASA+Pro)
- [9] <http://jarus-rpas.org/who-we-are>
- [10] A szerző saját szerkesztésű ábrája a Bizottság (EU) 2019/945 felhatalmazáson alapuló rendelete alapján
- [11] A Bizottság (EU) 2019/947 végrehajtási rendelete (2019. május 24.) a pilóta nélküli légi járművekkel végzett műveletekre vonatkozó szabályokról és eljárásokról
- [12] https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/labels-markings/ce-marking/index_hu.htm
- [13] Bottyán Zs., „Rutinszerű légköri vertikális profilmérések végrehajtására alkalmas drón mérőhálózat kialakítása,” *Közlekedéstudományi Intézet Műhelytanulmányok*, pp. 55–65. 2022. Online: <https://doi.org/10.55348/KM.16>
- [14] A bizottság 1321/2014/EU rendelete a légi járművek és repüléstechnikai termékek, alkatrészek és berendezések folyamatos légi alkalmasságának biztosításáról és az ezzel összefüggő feladatokban részt vevő szervezetek és személyek jóváhagyásáról alapján
- [15] A szerző saját szerkesztésű ábrája a <https://ukdiss.com/examples/outourcing-continuing-airworthiness-management-activities.php> forrás alapján

Type Conformity Assessment and Continuing Airworthiness of Unmanned Aircraft Systems and Impacts on Aviation Safety

The operational requirements for unmanned aircraft systems (UAS) are differentiated by the European Union (EU) according to the technical content of the UAS and how it is applied. According to the technical content and application of the UAS, there are three categories of open, special and certified operations.

If the UAS operation exceeds the limits set for the open category operation, e.g. the maximum take-off mass (MTOM) of the UAS exceeds 25 kg, the flight altitude of the operation is above 120 m, or it is performed beyond visual line of sight (BVLOS), then we are talking about special or certified category UAS operations. Or if, on the basis of a SORA-based risk assessment of the safe feasibility of an operation, the operation cannot be safely carried out and/or the competent aviation authority considers that only after an aircraft certification process can operational risks be reasonably mitigated, then we are considered to be certified category of UAS operations.

In this article, I would like to present these latter two types of applications, the possibilities of their safe implementation and the future significance of continuing airworthiness management organisations (CAMOs).

Keywords: *unmanned aircraft system (UAS), European Union (EU), maximum take-off mass (MTOM), notified body (NOBO), beyond visual line of sight (BVLOS), specific operations risk assessment (SORA), continuing airworthiness management organisation (CAMO)*

Simon Sándor
doktori hallgató
Nemzeti Közszolgálati Egyetem
Katonai Műszaki Doktori Iskola
simon.sandor@uni-nke.hu
orcid.org/0009-0009-0760-3510

Sándor Simon, MSc
PhD student
University of Public Service
Doctoral School for Military Engineering
simon.sandor@uni-nke.hu
orcid.org/0009-0009-0760-3510
