

VIII. Évfolyam 4. szám - 2013. december

Szabolcsi Róbert
szabolcsi.robort@hm.gov.hu

TUAV AUTOMATIKUS REPÜLÉSSZABÁLYOZÓ RENDSZER TÍPUS-, ÉS LÉGIALKALMASSÁGI TANÚSÍTÁSA

Absztrakt

A szerző célja, hogy az UAV1/UAS2 típus-, és légialkalmassági tanúsításának egy szűk területéről, az UAV fedélzeti automatikus repülésszabályozó rendszer légialkalmassági tanúsításáról átfogó képet vázoljon úgy a hazai-, mint a nemzetközi jogi-, és egyéb szabályozási környezetet is figyelembe véve. A METEOR-3MA TUAV3 közelmúltban végrehajtott modernizálása során a célrepülőgép olyan fedélzeti robotpilótát kapott, amely beépítése a fedélzetre – a vonatkozó előírások szerint – magával vonta az UAV új légialkalmassági tanúsítását. A célrepülőgép fedélzeti robotpilótáját maga a szerző véleményezte. A cikk rámutat a hazai-, illetve a nemzetközi szabályozók néhány sajátos elemére.

The purpose of the author is to highlight some aspects of the type worthiness-, and airworthiness of the automatic flight control system of the TUAV called METEOR-3MA. The author was asked to judge about air worthiness of the new autopilot installed on TUAV. The author will explain some of his experiences gained during this activity. The autopilot compliances were evaluated by the author. The article will flash some international and domestic regulations serving as basis for his work.

Kulcsszavak: METEOR-3MA, TUAV/TUAS, légialkalmasság, robotpilóta, automatikus repülésszabályozás ~ METEOR-3MA, TUAV/TUAS, airworthiness, autopilot, automatic flight control system.

¹ Unmanned Aerial Vehicle – pilóta nélküli légi jármű

² Unmanned Aircraft/Aerial System – pilóta nélküli légi/légi jármű rendszer

³ Target Unmanned Aerial Vehicle – pilóta nélküli célrepülőgép

BEVEZETÉS

Az UAS rendszerek légialkalmassági tanúsításának jogszabályi környezete meglehetősen összetett, gyakorlatilag országonként változó. A szabályozás diverziója, változatossága ellenére azonban elmondható, hogy az UAS rendszereket tervező-, fejlesztő-, gyártó országok kiforrott szabályozókkal rendelkeznek. Szintén fontos tény, hogy számos ország az utóbbi néhány évben hatalmas lépést tett előre, főleg a repülésbiztonságot növelő szabályozások területén. Hazánkat illetően, – egyelőre –, hasonló fejlődésről sajnos nem tudunk számot adni: hatósági szabályozás számos területen nem is létezik (pl. UAV-kezelők képzése) és a meglévő jogszabályok csak az állami célú légi közlekedésben résztvevő légi járművekre vonatkoznak.

A szerző célja összefoglalni azokat a szabályokat, szabványokat, amelyek egyáltalán jelenleg rendelkezésre állnak egy tanúsítási folyamatban. A szerző, törekedve a lehető legátfogóbb kép felvázolására, bemutatja, hogy az UAV fedélzeti robotpilóták, vagy automatikus repülésszabályozó rendszerek tanúsítása során a jelenleg rendelkezésre álló szabályok mennyire alkalmasak arra, hogy azok segítségével UAS rendszerek tanúsítása megtörténjen.

ELŐZMÉNYEK, MOTIVÁCIÓ, PROBLÉMAFELVETÉS

Az UAV, illetve az UAS rendszerek koncepcionális-, illetve előzetes tervezésével számos hazai szakember foglalkozik. Békési [1] és [3] munkáiban az UAV jellegzetes sárkányszerkezeti megoldásokat mutatott be cikkeiben, míg a [2] műben Békési az UAV fedélzeti energiarendszerek redundancia kérdéseivel foglalkozott.

A szerző az [5] cikkében, és a konferencia plenáris ülésén megtartott előadásában azt a kérdéskört feszegette, hogy a hatósági eljárási folyamatok „barát, vagy ellenség”-ként kezelhetőek-e?! A cikkében a szerző igazolta, hogy a hatósági eljárásnak gyakorlatilag nincs hátránya, míg előnye számos mutatkozik.

A szerző a [4] cikkében részletesen foglalkozik az UAV/UAS rendszerek légialkalmassági tanúsítási sajátosságaival: a szerző bemutatta, hogy a hazai tanúsítási rendszer számos eleme egyelőre nem teljes részletességgel kidolgozott, számos terület vár szabályozásra, vagy éppen a meglévő szabályok módosítására.

A szerző foglalkozik azzal a problémakörrel is, hogy a nemzetközi gyakorlatban használt szabályozók, egyáltalán átvehetőek-e változtatás nélkül, vagy valamilyen változtatást kell azokon alkalmazni, vagy pedig végső megoldásként, önálló, új hazai jogot kell alkotni.

A nemzetközi gyakorlatban rendelkezésre álló szabályozók közül a NATO STANAG 4671 katonai szabványt vizsgáltam meg. Megállapítottam, hogy sok tekintetben nyújt segítséget a szabvány, viszont számos területen a hatósági tanúsításra hagyatkozik [8].

A cikk témájául választott téma előzményeként megemlíteni szükséges, hogy az NKH Légügyi Hivatal szakembereinek kezdeményezésére kerekasztal megbeszélést tartottunk 2012. november 29.-én. Ezen az ülésen az egyes szakterületek és szervezetek (HM FHH HTI, MH BHD, HM Currus Zrt) képviselői, és jómagam vettem részt. Az NKH Légügyi Hivatal szakemberei vázolták a szakmai helyzetet, és a gyártóval egyetértésben átbeszéltük a teendőket is. A végső következtetés az volt, hogy a MTEOR-3MA TUAV fedélzeti robotpilótája olyan mértékű módosítást jelent, hogy a teljes TUAV új típus-, és légialkalmassági vizsgálatát kell elvégezni [6]. Az egyéb feladatok, például terheléses vizsgálatok, híradástechnikai-, illetve EMC kérdések, környezetállóság vizsgálata mellett, amit a kompetenciával bíró szervezetek végeztek, illetve végeznek, az új robotpilóta szakmai véleményezése volt a feladatom.

A HAZAI ÉS A NEMZETKÖZI KÖRNYEZET BEMUTATÁSA

Az UAV/UAS rendszerek légialkalmassági tanúsítása jogszabályi szinten hazánkban nem rendezett. A légijárművek típus-, és légialkalmassági követelményeit az állami célú légijárművekre a 21/1998. (XII. 21.) HM rendelet taglalja. E joghely még az UAV, vagy az UAS kifejezést sem tartalmazza. Megemlíteni szükséges azonban, hogy a jogszabály inkább a légialkalmassági tanúsítás rendjét adja meg, mint az eljárás módszertanát, vagy éppen műszaki előírásait, követelményeit [6].

A [7] kézikönyv a típus-, és légialkalmassági tanúsítás folyamatát leíró olyan joganyag, amely nem tesz különbséget az ember által a fedélzetről vezetett, vagy a földről irányított UAV között. E joganyag hazai bevezetésére mindeddig nem került sor.

A NATO STANAG 4671 katonai szabvány kifejezetten az UAS rendszerek légialkalmassági tanúsítási követelményeiről szól [8]. 2008-ban történelmi lehetőség előtt állt hazánk, hiszen a [8] szabvány 1. változata 2007-ben készült el. A 2008 év a ratifikálás éve volt a NATO-tagországokban, végül, STANAG 4671 katonai szabvány 3. változatát 2009-ben léptette hatályba a NATO. A 47/2008. (HK 10.) HM VTI SZÁT közlemény szerint hazánk a STANAG 4671 katonai szabványt elfogadta, de nem vezette be a hazai jogrendbe [9].

A katonai légijárművekkel szemben támasztott követelmények szabványai több évtizedes múltra tekintenek vissza:

1. helikopterek repülési jellemzőinek szabványa 1961-ben jelenik meg [15];
2. a V/STOL⁴-légijárművek repülési jellemzőit, paramétereit a [16] szabvány foglalja össze;
3. az automatikus repülésszabályozó rendszer tervezését a [13], és a [14] irodalmak mutatják be;
4. a klasszikusnak számító MIL–F–8785C szabványt [12] a [11] kézikönyv váltotta fel.

A [11, 12, 13, 14, 15, 16] katonai szabványok a klasszikus, ember által vezetett légijárművek repülésszabályozásával, irányíthatósági-kormányozhatósági kritériumaival foglalkoznak. A [11] kézikönyvből, és a [12] szabványból tekintsünk át egy minőségi jellemzőt. A III osztályba⁵ (Class III) sorolt légijárművek oldalirányú irányítási csatornájában a 30⁰ dőlési szög eléréséhez szükséges időt az alábbiak szerint adják meg:

A minőségi jellemzők szintje	Sebességi tartomány	„A” repülési feladat ⁶	„B” repülési feladat ⁷	„C” repülési feladat ⁸
1. szint ⁹	Alacsony	1,8	2,3	2,5
	Közepes	1,5	2,0	2,5
	Magas	2,0	2,3	2,5
2. szint ¹⁰	Alacsony	2,4	3,9	4,0
	Közepes	2,0	3,3	4,0
	Magas	2,5	3,9	4,0
3. szint ¹¹	Minden tartomány	3,0	5,0	6,0

1. táblázat. A 300 dőlési szög eléréséhez szükséges idő [sec]

⁴ Vertical and/or Short Take-Off and Landing rövidítése, amelyet rövid és/vagy függőleges fel- és leszállásra alkalmas repülőgépek jelzésére alkalmaznak

⁵ Class III: Nagy felszálló tömegű, kis-, vagy közepes manőverező képességű légijárművek (Nehéz szállító/tanker; nehézbombázó; korai figyelmeztető repülőgépek)

⁶ Légiharc/földi célok támadása/rakétaindítás/légi fényképezés/felderítés/légi utántöltés – fogadó légijármű/terepkövetés/tengeralattjáró felderítés/zárt kötelekes repülés

⁷ Emelkedés/utazórepülés/körözés/ légi utántöltés – tanker/süllyedés/vészszüllyedés/vészlassítás/légiszállítás

⁸ Felszállás/katapult felszállás/megközelítés/átstartolás/leszállás.

⁹ A repülési jellemzők teljesen megfelelnek a repülés feladatnak.

¹⁰ A repülési jellemzők megfelelnek a repülési feladatnak.

¹¹ A légijármű biztonságosan irányítható, de a repülési jellemzők olyan mértékben megváltoznak, hogy a hajózó állomány fizikai leterheltsége lényeges mértékben megnövekszik.

Az 1. táblázat alapján könnyen belátható, hogy a minőségi jellemző meglehetősen szigorú feltételrendszert ad meg. Nyilvánvaló, hogy a szabályalkotók a több évtized alatt elvégzett munkája alatt egy letisztult szabályrendszert alkottak meg, amely azonban az UAV/UAS rendszerekre közvetlenül nem feltétlenül alkalmazható.

A minőségi jellemzők 1. szintjén, nagy repülési sebességeken, „A” repülési feladatok végrehajtása során 2,0 sec a dőlési szög beállási ideje. Nyilvánvaló, hogy UAV/UAS rendszerek esetében a dőlési szög tranzienst folyamataiban ilyen szigorú feltételt támasztani nem célszerű, nem is életszerű.

Az 1. táblázatban közölt fogalmak az UAV/UAS rendszerekre nem is értelmezhetőek teljes mértékben, hiszen például a repülési feladat osztályozása során számos olyan repülési feladat nevesített, amit egy-egy UAV típus nem is képes végrehajtani. Megemlíteni szükséges továbbá, hogy az 1. táblázatban megjelölt „Minőségi jellemző teljesülési szintje” kritérium sem definiált. A hivatkozott [11] kézikönyv közel ezer oldal, míg a [12] katonai szabvány is közel száz oldalas szabálygyűjtemény. A példaként önkényesen kiragadott minőségi jellemző csak egy nagyon kis szelete a komplex szabvány-rendszernek.

A fentiek alapján könnyen belátható, hogy az UAV/UAS rendszerek típus-, és légialkalmassági tanúsítási folyamatainak szabályozottsága, mivel hazánk nem vett át kész NATO STANAG joganyagot, meglehetősen hiányos. Megemlíteni szükséges azonban, hogy a korábban többször is hivatkozott NATO STANAG 4671 katonai szabvány alapvetően az állami célú katonai repülésben használt UAV/UAS rendszerekre vonatkozik.

Felmerül a kérdés, hogy a polgári repülésben használni kívánt UAV/UAS rendszerek tanúsítása hogyan is történjen hazánkban?! A szerző a [4] cikkében nemzetközi kitekintést tett, és ausztrál, amerikai, valamint európai uniós példákon keresztül bemutatta a hatósági tanúsítási eljárásokat, az eljárások módszertanát, valamint a tanúsítás kritériumait.

A METEOR-3MA TUAV/TUAS TÍPUS-, ÉS LÉGIALKALMASSÁGI TANÚSÍTÁSA

A METEOR-3MA TUAV légialkalmassági tanúsítására azért került sor, mert a hatályos jog szerint a fedélzetére telepített új, C4S–HMEI OSD és robotpilóta rendszer olyan mértékű-, és olyan mélységű változtatást jelentett, amely új légügyi hatósági eljárás keretében új típus-, és új légialkalmassági tanúsítási folyamat lefolytatásával volt kezelhető [7].

Tekintettel a hiányos jogszabályi környezetre, a szakmai véleményem elkészítésekor az alábbi feltételeket vettem figyelembe:

1. a METEOR-3MA harcászati UAV légi célként szolgál, a repülésére csak és kizárólag elkülönített légtérben kerül sor a légi lövészeteken;
2. a METEOR-3MA TUAV egyszer használatos légijármű, ha sikeres a repülési feladata;
3. a METEOR-3MA TUAV repülése során a repülésbiztonsági szempontok maximálisan érvényesülnek;
4. a C4S–HMEI OSD és robotpilóta rendszer hardver-, és szoftver elemeit lehetőségem volt a HM Currus Zrt-nél megvizsgálni, azt földi próbának kitenni;
5. a C4S–HMEI OSD és robotpilóta rendszer minőségi jellemzői közül, az alábbi, automatikus repülésszabályozás elméletéből ismert követelményeket vizsgáltam:
 - a) általános működési-, és hatásvázlat;
 - b) a zárt repülésszabályozó rendszer stabilitásvizsgálata;
 - c) szűkebb értelemben vett minőségi jellemzők (túlszabályozás, tranzienst idő, lengésszám).

A METEOR-3MA TUAV célrepülőgép megrendelői rendelkezésekre bocsátották az általuk előírt követelményeket, valamint a fejlesztők is átadták a C4S–HMEI OSD és robotpilóta rendszer dokumentációját. A fent vázolt környezetben 2013. június 21.-re elvégeztem a METEOR-3MA TUAV célrepülőgépre telepített C4S–HMEI OSD és robotpilóta rendszer szakmai vizsgálatának első változatát. A szakmai véleményezés alapvető megállapításai az alábbiak voltak:

1. a C4S–HMEI OSD és robotpilóta rendszer megfelel az általános szabályozástechnikai követelményeknek. A hiányosságok kijavítására javaslatot tettem.
2. a robotpilóta rendszer megfelel az általános repülésszabályozási elveknek. A hiányosságok kijavítására javaslatot tettem.
3. a robotpilóta hardver-, és szoftver elemei megfelelnek az általános elvárásoknak;
4. a robotpilóta rendszer vészhelyzeti algoritmusokat is alkalmaz;
5. a C4S–HMEI OSD és robotpilóta rendszer dokumentációja átdolgozásra-, javításra-, illetve kiegészítésre szorul.

A szakmai véleményem alapján elkészült a robotpilóta módosítása, valamint javításra került annak dokumentációja is. Jelenleg a szakmai módosítások követését, ellenőrzését, valamint a módosított dokumentáció szakmai véleményezését végzem.

A fejlesztési folyamat sikerrel kecsegtet. A Magyar Honvédség egy olyan megbízható UAS rendszert kap a légvédelmi rakéta lövészeti végrehajtásához, amely akár hazai-, vagy nemzetközi gyakorlatokon sikerrel megállja a helyét: az alkalmazók meglelégedéssel fogadják, és használják majd az új technikát.

ÖSSZEGZÉS, EREDMÉNYEK, KÖVETKEZTETÉSEK

A METEOR-3MA TUAV célrepülőgép 2013. augusztus 16-25 között az Ustka-i lőtérén (Lengyelország) részt vett a „Lendülő Kard 2013” légvédelmi rakéta harcászati gyakorlaton. A gyakorlatot megtekintették a Honvéd Vezérkar, valamint az MH ÖHP felsővezetői is. A sikeres légvédelmi gyakorlathról számos hírforrás is beszámolt [17, 18].

A METEOR-3MA TUAV fedélzeti „C4S–HMEI OSD és robotpilóta” rendszerének szakmai vizsgálata során számos olyan tapasztalattal gazdagodtam, amelyeket csak ebben a tevékenységben lehetett megszerezni. A véleményezési folyamat számos hiányosságot tárt fel a típus-, és légialkalmassági tanúsítás folyamatában úgy az eljárási-, valamint a szakmai területeken.

A METEOR-3MA TUAV szakmai véleményezése során több olyan terület, probléma, és kérdéskör került előtérbe, amelynek megoldása meglehetősen sokrétű, és széleskörű ismereteket feltételez. A hazai UAV/UAS rendszerek koncepcionális-, előzetes tervezése, az UAV/UAS rendszerek gyártása, és értékesítése területén a folyamatok eredményességének javítása érdekében UAV klaszter/UAV Cluster-t kívánok alapítani. A klaszter, mint az együttműködő felek *laza* szervezete, vízióm szerint, a következő területeken kell, tevékenykedjen:

1. UAS piacelemzés
 - a) Hazai-, és nemzetközi megrendelői igények vizsgálata. Piackutatás, és a vásárlói igények *lefordítása* műszaki követelményekké;
 - b) Rövid-, közép-, és hosszútávú prognózisok készítése az UAS fejlesztések lehetséges irányaira.

2. Szabályalkotás
 - a) Pilóta nélküli légi jármű rendszerek (UAS) rendszerek beillesztése a hazai légiközlekedési rendszerbe;
 - b) Az állami célú-, és a nem állami célú UAS rendszerek tanúsítási rendszerének kialakítása;
 - c) Tanúsítási eljárásrendek kidolgozása;
 - d) Képző szervezetek jogszabályi hátterének kialakítása;
 - e) A gyártó szervezetek jogszabályi hátterének kialakítása;
 - f) Az üzemeltető szervezet jogszabályi hátterének kialakítása;
 - g) A tanúsítás műszaki feltételeinek ellenőrzését végző tanúsító laboratóriumi hálózat kialakítása.
3. K+F+I+O
 - a) Modern UAS rendszerek kutatási-, és fejlesztési tevékenysége;
 - b) Az UAS rendszerek piaci alkalmazásának terjesztése;
 - c) Az eredmények alkalmazása a felsőoktatási területen alap-, mester-, illetve doktori képzésben.
4. Képzés
 - a) A szakszolgálati engedélyek kiadási-, és meghosszabbítási rendszerének felépítése;
 - b) Az UAS pilóták képzési rendszerének felépítése;
 - c) Az UAS földi-, és légi üzemeltetésében résztvevő műszaki szakemberek képzési rendszerének felépítése;
 - d) Légiforgalmi-, meteorológiai és egyéb szakterületeken szakemberek képzése az UAS rendszerek üzemeltetéséhez.
5. Gyártás
 - a) A gyártó szervezetek tanúsítási rendszerének kialakítása;
 - b) A gyártó szervezet folyamatos tanúsítása.
6. Üzemeltetés
 - a) Az üzemeltető szervezet tanúsítási rendszerének kialakítása;
 - b) Az üzemeltető szervezet folyamatos tanúsítása.
7. Kiképzés (Állami célú, katonai repülés)
 - a) Az MH-, és HM- szakemberek szakmai/szakszolgálati tanúsítása;
 - b) Az üzemeltető szervezet tanúsítása;
 - c) Az üzemeltető szervezet folyamatos tanúsítása.

A fenti feladatterv az első vízió, amely körvonalazza, mit kell tennünk, hogy a hazai UAS fejlesztések, és azok piacra kerülése, illetve rendszerbe állítása lényegesen nagyobb eredményességgel történjen, mint ahogyan az napjainkban történik.

Természetesen, nekem sincs zsebemben a bölcsek köve, viszont kellő elhatározottsággal álltam az élre annak érdekében, hogy a modern robotika egyik vívmánya, az UAS rendszerek szabályozott törvényi feltételek mellett, egyre szélesebb területen nyerjenek alkalmazást, és töltsék be azt a helyet, amit ez a technológia a világ számos országában már elfoglal.

Felhasznált irodalom

- [1] Békési Bertold Pilóta nélküli légi jármű típusok sárkányszerkezeti megoldásai. Műszaki Tudomány az Észak-kelet Magyarországi Régióban 2013 tudományos konferencia kiadványa. Elektronikus műszaki füzetek XIII, pp. 122-132, ISBN:978-963-7064-30-2.
- [2] Békési Bertold Redundancy on Board of UAVs – Energy Systems. Proceedings of the 16th International Conference Transport Means 2012, Kaunas, Lithuania, pp. 158-161, ISBN: ISSN 1822-296 X.
- [3] Békési Bertold UAV-k sárkányszerkezeti megoldásai. Szolnoki Tudományos Közlemények XV: pp. 1-11. (2011).
http://www.szolnok.mtesz.hu/sztk/kulonszamok/2011/cikkek/Bekesi_Bertold.pdf
- [4] Szabolcsi Róbert Pilóta nélküli légi jármű rendszerek légi alkalmassági jellemzői, és a légi alkalmassági tanúsítás követelményei, Szolnoki Tudományos Közlemények, XII. évf., 1. szám, ISSN 1419-256X (2060-3002), pp (64-75), 2013.
- [5] Szabolcsi Róbert UAV és UAS rendszerek légi alkalmassági tanúsítása: barát vagy ellenség?! Műszaki Tudomány az Észak-kelet Magyarországi Régióban 2013 tudományos konferencia kiadványa. Elektronikus műszaki füzetek XIII, ISBN 978-963-7064-30-2, pp (1-10), MTA Debreceni Akadémiai Bizottság, 2013.
- [6] Az állami légi járművek nyilvántartásáról, gyártásáról és javításáról, valamint a típus- és légi alkalmasságáról szóló 21/1998. (XII. 21.) HM rendelet.
- [7] MIL HDBK–516A Airworthiness Certification Criteria, Department of Defense Handbook, 2004.
- [8] NATO STANAG 4671 Unmanned Aerial Vehicles Systems Airworthiness Requirements (USAR), NSA/0976 (2009)-JAIS/4671, 2009.
- [9] 47/2008. (HK 10.) HM VTI SZÁT közlemény NATO egységesítési egyezmények elfogadásáról, Honvédelmi Közlöny, CXXV. évf., 10. szám, 2008. június 24.
- [10] MIL–HDBK–1797A Flying Qualities of Piloted Aircraft, U. S. Department of Defense Handbook, 1997.
- [11] MIL–F–8785C Military Specification – Flying Qualities of Piloted Airplanes, Notice 2, 1996.
- [12] MIL–F–9490D, Notice 1, Flight Control Systems – Design, Installation, and Test of Piloted Aircraft, General Specification, U.S. Air Force, 1992.
- [13] MIL–C–18244A, Amendment 1, Control and Stabilization System: Automatic, Piloted Aircraft, General Specification, 1993.
- [14] MIL–H–8501A Helicopter Flying and Ground Qualities: General Requirements, U.S. Washington D. C., Department of Defense, 1961.
- [15] MIL–F–83300 Flying Qualities of Piloted VSTOL Aircraft, U.S. Washington D. C., Department of Defense, 1970.
- [16] <http://www.raketaezred.hu/index.php/hirek/friss-hirek/599-berugtak-a-tizenegyest>
- [17] <http://www.raketaezred.hu/index.php/hirek/friss-hirek/601-egy-feladat-egy-csapat>