

Hegyi Norbert

KÖNNYŰ ÉS KÖZEPES SZEMÉLYZET NÉLKÜLI SZABAD BALLONOK NYOMKÖVETÉSÉNEK BIZTONSÁGTECHNIKAI KÉRDÉSEI

A cikk a pilóta nélküli légi járművek és a személyzet nélküli szabad ballonokat csoportosítja, illetve UAS-ekről is beszámol. Bemutatja a jelenleg is előforduló drónokkal összeköthető veszélyhelyzeteket, valamint az ilyen eszközök mennyiségéből adódó várható helyzeteket is körvonalazza. Bemutatja a jelenleg használt és a fejlesztés alatt álló nyomkövető rendszereket, valamint az Európai Unió saját légtérének jövőbeli biztosítását, illetve annak tervezetét is. Javaslatokat ír le a könnyű és a közepes személyzet nélküli szabad ballonok nyomkövetésének lehetőségeiről. Az új lehetőségeket feltárva szemlélteti a megvalósíthatóságot mind műszaki, mind költség szempontok alapján.

Kulcsszavak: UAV, UAS, személyzet nélküli szabad ballon, nyomkövetés, biztonság

PILÓTA NÉLKÜLI LÉGI JÁRMŰVEK ÉS SZEMÉLYZET NÉLKÜLI SZABAD BALLONOK

Az olyan irányítható légi járműveket, melyeknek nincsen irányító személy a fedélzetén, pilóta nélküli légi járművekként nevezik meg, röviden UAV¹, illetve gyakran használják rájuk a drón kifejezést (1. ábra). Az UAS² ezekre a repülőeszközökre és az azok működését biztosító rendszerekre vonatkozik egészében. A jelenleg is kidolgozás alatt álló szabályozási, törvényjavaslatok zöme UAS-ekre vonatkozik, melyek magukban foglalják a drónokat is [1].



1. ábra Egy drón [2]

A személyzet nélküli szabad ballon (2. ábra) megnevezés, meghatározása szerint egy „hajtóművel nem rendelkező, személyzet nélküli, levegőnél könnyebb, szabadon repülő légi jármű” [3]. Látható, hogy ezek nem irányíthatók-vezérelhetők úgy, mint például egy vitorlázórepülőgép, és szükséges megállapítani, hogy nem tartoznak az UAV-k csoportjába.

¹ UAV – Unmanned Air Vehicle

² UAS – Unmanned Aircraft System



2. ábra Egy könnyű személyzet nélküli szabad ballon [4]

Biztonsági események

Európában, 2016-ban több mint 1200 biztonsági esemény történt drónok és személyzet által vezetett repülőgépek között, melyek között több ütközés közeli helyzet állt fenn [5].

Ezeknek a szituációknak főbb okai, hogy a drón kezelők a biztonságot figyelmen kívül hagyva „játszadoznak” az UAV-kel és sajnos a jelenleg használt primer és szekunder radarok, illetve a nemzetközi légiforgalomban rendszeresített ADS-B³ rendszerek használata nem képes a túl kis radarkeresztmetszettel rendelkező ADS-B rendszerekkel nem felszerelt légi járművek nyomonkövetésére.

Általában 150 méter alatti repülési magasság engedélyezett a magáncélú kis drónok használata esetén. Az Európai Unióban 2030 után várható az első gazdasági szempontból meghatározónak tekinthető szállítmányozást végző UAV-k alkalmazása. 2050-ben pedig hozzávetőlegesen 7 millió hobbi, míg 400 ezer gazdasági és kormányzati célokból igénybe vett drón használatát prognosztizálják. Feltételezhetően ezek mind a városokban, mind vidéken egyformán működtetett légi járművek lesznek. A távvezérelhetőségükből és automatizálásukból következik, hogy

³ ADS-B – Automatic Dependent Surveillance – Broadcast – automatikus helyzetjelentő rendszer

követlen vizuális alapú nyomkövetésük és irányításuk minimálisra fog csökkenni. Feltételezhető, hogy akár több ezer új fajtájú légi jármű kerül kifejlesztésre. Ezeket valószínűleg a jövőben a 150 m feletti légtérben is alkalmazni fogják [6].

A személyzet nélküli szabad ballonok

Az Európai Bizottság 923/2012/EU végrehajtási rendeletben áll, hogy „a személyzet nélküli szabad ballonokat – a 2. függelékben meghatározott feltételek mellett – olyan módon kell üzemben tartani, hogy azok ne veszélyeztessenek személyeket, vagyontárgyakat vagy más légi járműveket.” [3] Utóbbi elkerüléséhez a ballon és a szonda egység szerkezeti kialakításán kívül a megfelelő nyomkövetés is szükséges.

JELLEMZŐK		A TEHER TÖMEGE (kg)					
		1	2	3	4	5	6 vagy több
KÖTÉL vagy EGYÉB FELFÜGGESZTÉS 230 Newton vagy TÖBB		NEHÉZ					
EGYEDI CSOMAG A TEHERBEN	TERÜLETI SŰRŰSÉGI TÖMEG (g) Legkisebb felület területe (cm ²)						
	TERÜLETI SŰRŰSÉGI TÖMEG (g) Legkisebb felület területe (cm ²)	KÖNYŰ		KÖZEPES			
	TERÜLETI SŰRŰSÉGI TÖMEG (g) Legkisebb felület területe (cm ²)						
ÖSSZTÖMEG (Ha a felfüggesztés VAGY a területisűrűség VAGY az egyedi csomag tömege nem tényező)							

3. ábra Személyzet nélküli szabad ballonok csoportosítása [3]

A rendeletben a személyzet nélküli szabad ballonok osztályozásáról is szó esik. A 3. ábrán látható ezek csoportosítása. Természetesen nem csak az ábra sorolja be a ballonokat, hanem szöveges leírás is. E szerint [3]:

1. könnyű személyzet nélküli szabad ballon az, amely:
 - 1.1. egy vagy több darabból álló, 4 kg össztömeget el nem érő terhet szállít; vagy
 - 1.2. nem tartalmaz 3 kg vagy annál nagyobb tömegű csomagot; vagy
 - 1.3. nem tartalmaz olyan 2 kg vagy annál nagyobb tömegű csomagot, amelynek területi sűrűsége nagyobb, mint 13 g/cm^2 ; vagy
 - 1.4. a teher felfüggesztésére olyan kötelet vagy egyéb eszközt alkalmaznak, amelynél kevesebb, mint 230 N ütközési erőre van szükség ahhoz, hogy a teher leváljon a ballonnal.
2. közepes személyzet nélküli szabad ballon amely:
 - 2.1. egy vagy több darabból álló, 6 kg össztömeget el nem érő terhet szállít; vagy
 - 2.2. nem tartalmaz 3 kg vagy annál nagyobb tömegű csomagot; vagy

- 2.3. nem tartalmaz olyan 2 kg vagy annál nagyobb tömegű csomagot, amelynek területi sűrűsége nagyobb, mint 13 g/cm^2 ; vagy
 - 2.4. a teher felfüggesztésére pedig olyan kötelet vagy egyéb eszközt alkalmaznak, amelynél kevesebb, mint 230 N ütközési erőre van szükség ahhoz, hogy a teher leváljon a ballonnól.
3. nehéz személyzet nélküli szabad ballon mely:
- 3.1. olyan terhet szállít, amely össztömege 6 kg vagy annál több; vagy
 - 3.2. 3 kg vagy annál nagyobb tömegű csomagot tartalmaz; vagy
 - 3.3. 2 kg vagy annál nagyobb tömegű csomagot tartalmaz, amelynek területi sűrűsége nagyobb, mint 13 g/cm^2 ; vagy
 - 3.4. a teher felfüggesztésére olyan kötelet vagy egyéb eszközt használnak, amelynél legalább 230 N ütközési erőre van szükség ahhoz, hogy a teher leváljon a ballonnól.

KÖNNYŰ ÉS KÖZEPES SZEMÉLYZET NÉLKÜLI SZABAD BALLONOK REPÜLÉSÉNEK BIZTONSÁGOS KÖVETÉSE

2017. március 27-én egy az Amerikai Egyesült Államokban, a New York állambeli Honeoye településről bocsátottak fel egy kamerával felszerelt személyzet nélküli szabad ballont, mely látványos videófelvételt készített arról, ahogy 500 lábbal, azaz 152 m-rel felette haladt el egy Airbus A319 utasszállító repülőgép. Amennyiben létezne egy minden biztonsági szempontból fontos repülő jármű követésére alkalmas rendszer, úgy elkerülhetővé válnának a hasonló esetek [7].

Fontos figyelembe venni, hogy az utóbbi évtized folyamán is jelentősen megnőtt a Magyarország feletti légi forgalom. Bevezetésre került 2015-ben a HUFRA⁴ koncepció, mely a szabad légtérhasználattal lehetővé teszi a légterünkben való legrövidebb repülési útvonalakat. Ezek szintén növelik az előbb említett veszélyhelyzetek előfordulásának valószínűségét [8].

Más a repülésbiztonsági témával foglalkozó szakemberekkel konzultálva meggyőződésemmé vált, hogy a jelen korunk műszaki adottságai és azok jelentősen alacsonyabb költségei lehetővé teszik akár a könnyű személyzet nélküli szabad ballonok jóval biztonságosabb használatát.

A motoros repülőgépekre jelenleg integrált ADS-B-hez is használt 200 W-os teljesítményű adók általában kb. 1 kg-os tömegűek, így ezeket vitorlázó repülőgépeken vagy kis UAV-ken nem igazán lehet alkalmazni [9].

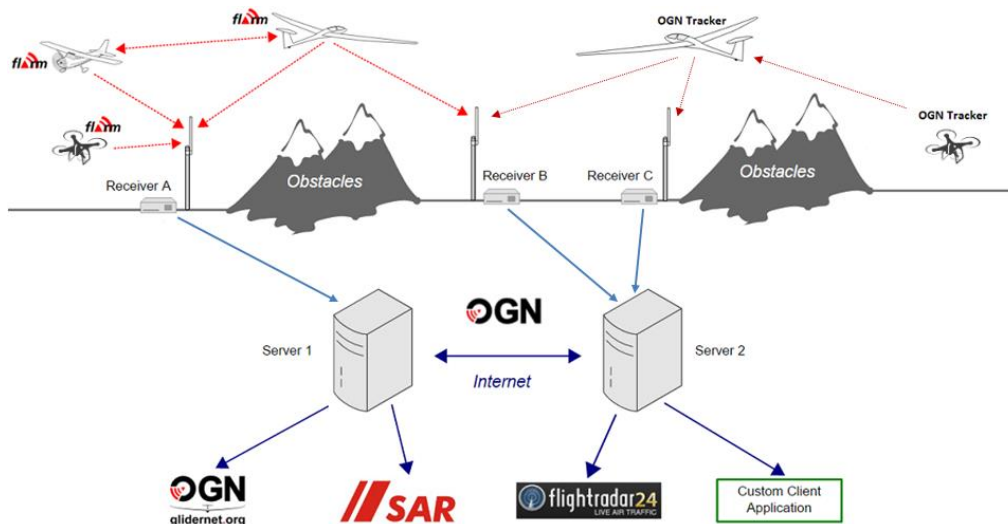
Megalapozottan kijelenthető, hogy egy 1 kg-os drónon, de ugyan így – az előző kategorizálás során bemutatott – 4 kg-os össztömegű könnyű személyzet nélküli szabad ballonn sem helyezhető el egy ilyen eszköz. Úgy vélem, hogy a néhány kilogrammos tömegű UAV-k vagy például a könnyű személyzet nélküli szabad ballonok esetében maximum 100–200 g-os nyomkövető készülékeket célszerű használni.

Ahogy az ADS-B esetében, úgy a fejlesztés alatt álló UAS rendszerekben is szükséges a megfelelő, közhiteles nyomkövetés a repülési forgalom biztonsága és szervezése érdekében. Nem csak egy adott drónt kell követni, hanem például az azt irányító személyt is be kell tudni azonosítani [10].

⁴ angolul: Hungarian Free Route Airspace

OGN tracker és FLARM

Jelenleg is több privát üzemeltetés alatt álló repülésbiztonsági célt szolgáló nyomkövető rendszer üzemel. Talán a két legfontosabb és egyben legnépszerűbb az OGN tracker⁵ és a FLARM⁶. Mindkét rendszert alkalmazza az Open Glider Network Project (OGN)⁷, mely vitorlázó repülőgépek követésére és esetleges ütközések elkerülésére került kialakításra (4. ábra). Az OGN tracker és a FLARM különböző protokollokat használnak [11].



4. ábra – Az OGN hálózatának működése [11]

Az OGN tracker nyomkövetőt magán céllal fejlesztették ki, könnyen összeszerelhető otthon is és ára a FLARM-hoz viszonyítva jelentősen olcsóbb. Az alkatrészek költségétől függően 20–50 euró között készíthető el „barkácsolás” formájában vagy vásárolható félkészre szerelt verzióban. Az OGN tracker elsődleges feladata a helyzetmeghatározás és nyomkövetés. Nyílt forráskódú, szabadon fejleszthető rendszer, további újítások céljával. A jeladó hatótávolsága az adás teljesítményétől függ, ami legalább 3–5 km, de akár jóval 50 km feletti is lehet. Egy OGN tracker-rel ellátott légi jármű egy másik légi jármű jeleit képes továbbítani. Ez azt jelenti, hogy amennyiben a domborzati viszonyok nem teszik lehetővé a közvetlen rádiókapcsolatot a földi vevőkkel, akkor is lehetséges az Open Glider Network számára a nyomkövetés és megjelenítés. Ugyanez, a FLARM rendszerrel ellátott légi járművek esetében is lehetséges. Az Open Glider Network földi vevőegységei mind a két fajta jelet képesek venni, külön-külön dekódolni és végül az interneten megjeleníteni. Az OGN tracker alapjaira (és kódolására) fejlesztett, már félkészre szerelt könnyű személyzetnélküli szabad ballonokhoz használt „HABP 42 km”⁸ két változatában 200 és 230 euró körüli árban szerezhető be [11] [12].

A legújabb fejlesztésű –EASA⁹ által is engedélyezett– PowerFLARM rendszer már 10 km távolságon felül is képes más FLARM rendszerrel ellátott repülőgépek érzékelésére, és ADS-B jelek vételére is, illetve biztonsági figyelmeztetések megjelenítésére [13]. Ezeknek az ADS-B

⁵OGN – Open Glider Network – tracker

⁶ FLARM – „flight” és „alarm”, azaz „repülés” és „riasztás” szavak kombinációja

⁷ Nyílt Vitorlázórepülőgép Hálózat Projekt

⁸ HABP – High Altitude Balloon Payload APRS Tracker System

⁹ EASA – European Aviation Safety Agency

vétel funkció nélküli verziója 890 euró, míg az ADS-B jelek vételére képes beépíthető változatának és a hordozható változatának a lista ára a cikk írásakor Magyarországon az egyik forgalmazónál 1349 és 1999 euró.

Az előző három bekezdésben röviden a különböző eszközök beszerzési költségeit ismertettem. Ezek alapján látható, hogy a csak nyomkövető célt szolgáló eszközök töredékébe kerülnek az ütközés figyelő rendszerekhez viszonyítva. Utóbbi egy olyan hálózattal, mint az OGN a nyomkövetés gazdaságosan megvalósítható. A HungaroControl munkatársai jelenleg is foglalkoznak az OGN (OGN tracker és FLARM) alkalmazásának lehetőségeivel.

U-space

A SESAR¹⁰ 2017-ben tette közzé a U-space Blueprint című közleményét, mely a U-space¹¹ rendszer megvalósítására való ötleteket adó vezérfonál feladatot tölt be.

A U-space a légtérhasználók biztonsága érdekében működne. Egy rugalmas, állítható rendszer kialakítását és üzemelését kellene biztosítani egy olyan kezelőfelülettel, amely igény szerint hozzáférhető a pilóta nélküli repüléssel és az emberes repüléssel való összehangolására. A különböző légitársaságok egymással való kommunikációja is egy megvalósítandó cél, elvárások szerint költséghatékonyan és versenyképesen. Ezt a meglévő infrastruktúrák kihasználásával, illetve a jelenleg is létező technológiák alkalmazásával lehetne gazdaságosan kiépíteni, megvalósítani. Javaslat szerint, az U-space bevezetésének felgyorsítására más ágazatoknak a repülésirányítási rendszer számára megfelelő szabványait lehetne adaptálni. A kivitelezéshez természetesen szükség van a megfelelő biztonsági követelmények megvalósítására, mint például a számítógépes biztonság, a meghibásodások gyors kiküszöbölése vagy az adatvédelem. [14]

Az előzőekben megfogalmazottaknak megfelelően, a személyzet nélküli szabad ballonok nem tartoznak az UAV-k csoportjába. Ennek ellenére úgy vélem, hogy a U-space-hez hasonló törekvések a nyomkövetés és a légtér koordináció szempontjából e személyzet nélküli szabad ballonokat is integrálhatnák a programba.

KIVITELEZHETŐSÉG

Az UAV-k és a könnyű és közepes személyzet nélküli szabad ballonok fedélzetére elhelyezendő nyomkövető, akár közvetetten (egy webes felülettel kombinált) ütközésgátló, balesetmegelőző légtérkoordinációt segítő rendszer megvalósítása véleményem szerint költséghatékonyan kivitelezhető lesz.

1995-ben például az Egyesült Államokban gyártott Guidstar számítógépes útvonalnavigációs rendszer 1995 USD-ba került (mai árfolyamon 510 ezer forint), aminél a jelenleg 10 ezer forintos okostelefonokban lévő rendszerek már pontosabban és gyorsabban nyújtják ugyanazt a szolgáltatást [15].

¹⁰ SESAR – Single European Sky ATM Research

¹¹ U-space - röviden összefoglalva: UAS és az emberes légitársaságok légtérkoordinációjával együttműködő rendszer

Részben az U-space fejlesztését is az okostelefonok technológiájára lehetne építeni. Megállapítható, hogy az utóbbi 10 évben a műszaki teljesítmény szempontjából jelentősen csökkent ezeknek az eszközöknek az ára. (Ha azonban csak az utóbbit vesszük figyelembe a teljesítményük nélkül, akkor az új modellek drágábbak.)

A miniaturizálás is a megvalósíthatóság egyik feltétele. A jelenlegi nyomkövetésre és/vagy navigációra alkalmas kisméretű eszközök 50–150 g közötti tömegűek.

Bár a 923/2012/EU végrehajtási rendelet 2012-ben tették közzé, azt előtte több éven át dolgozták ki. Ezen túl figyelembe kell venni, hogy az eredeti jogszabályok – amelyekből ez származtatható – legalább 10–15 évvel korábbiak, így feltételezhető, hogy a könnyű és a közepes személyzet nélküli szabad ballonokra vonatkozó szabályozások nem változnak döntő mértékben a következő évek folyamán.

ÖSSZEFOGLALÓ

Az UAS-eket, az UAV-eket, könnyű és közepes személyzet nélküli szabad ballonokat, azok nyomkövetésének lehetőségeit tanulmányoztam. Figyelembe vettem a jelenlegi és a fejlesztés alatt álló nyomkövetési és ütközésbiztonsági megoldásokat. Elemeztem azok lehetőségeit, a hasznosságukat, megvalósíthatóságukat a könnyű repülő járművek esetén. Arra a következtetésre jutottam, hogy költséghatékonyan kivitelezhető ebből következően megvalósítandó feladat a könnyű és a közepes személyzet nélküli szabad ballonok esetén is a fejlesztendő légtér koordinációs rendszerbe való integrálása.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Palik Mátyás: Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek. Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Budapest, 2013, ISBN 978-615-5057-64-9
- [2] url: <https://store.dji.com/product/mavic-air?vid=38961> – kép szerkesztve (2018.03.10.)
- [3] 923/2012/EU végrehajtási rendelet, - A Bizottság 923/2012/EU végrehajtási rendelete, Európai Bizottság, 2012. szeptember 26. - e-dok. url: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012R0923&from=HU>, (2017.06.06.)
- [4] saját fénykép
- [5] European Commission - Press release - Drones: fresh efforts by the Commission to put safety first. Brussels, 2017. szeptember 29., url: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-17-3401_en.pdf (2018.01.10.)
- [6] SESAR European Drones Outlook Study - Unlocking the value for Europe. 2016. november, e-dok. url: https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/reports/European_Drones_Outlook_Study_2016.pdf (2018.02.28.)
- [7] url: <http://www.overlookhorizon.com/flight-5> (2018.02.28.)
- [8] url: <http://www.hungarocontrol.hu/sajtoszoba/hirek/hungarian-free-route-airspace> (2017.10.10.)
- [9] Makkay Imre: Ütközések elkerülési kisgépes és a pilóta nélküli repülésben. Repüléstudományi Közlemények, Szolnok, 2017/1, pp. 59-66., e-dok. url: http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2017_1/2017-1-04-0378_Makkay_Imre.pdf
- [10] Bódi Antal, Szabó Tivadar, Wühl Tibor: Drónok követési közhiteles módon. Repüléstudományi Közlemények, Szolnok, 2017/2, pp. 111-118., e-dok. url: http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2017_2/2017-2-10-0374_Bodi_A-Szabo_T-Wuhl_T.pdf
- [11] Open Glider Network hivatalos weblapja, url: <http://wiki.glidernet.org/> (2017.12.10.)
- [12] HABP 42 + logger nevű eszköz hivatalos dokumentuma, e-dok. url: <http://www.jaeger-edv.de/Downloads/index.php?dir=APRS+Tracker%2FHABP+APRS+Payload%2F> (2017.09.10.)
- [13] PowerFLARM nevű eszköz hivatalos dokumentuma, e-dok. url: <https://flarm.com/wp-content/uploads/man/PowerFLARM-EN.pdf> (2018.01.10.)

- [14] SEASAR Joint Undertaking: U-space Blueprint – 2017. e-dok. url: <https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/reports/U-space%20Blueprint%20brochure%20final.PDF> (2018.01.10.)
- [15] John Holusha: DRIVING SMART; Lost in Yonkers? An Olds Option Could Be a Guide. New York Times – National Edition, 1994. november 27., e-dok. url: <https://www.nytimes.com/1994/11/27/automobiles/driving-smart-lost-in-yonkers-an-olds-option-could-be-a-guide.html>

SAFETY ISSUES FOR LIGHT AND MEDIUM UNMANNED FREE BALLOONS

The article classifies unmanned aerial vehicles and unmanned free balloons and reports about UASs. It presents the dangers that can be connected to the currently drone users. It also describes the quantitative and the resulting situations in cause of the divergence of future drones. It also presents the currently used and developed tracking systems. It presents the future safety plan of the European Union's own airspace. It provides recommendations on how to trace light and medium unmanned free balloons. Exploring the new possibilities, it illustrates the feasibility on both technical and cost basis.

Keywords: UAV, UAS, unmanned free balloons, tracking, safety

Hegyi Norbert
doktorandusz
Széchenyi István Egyetem
Multidiszciplináris Műszaki Tudományi Doktori Iskola
hegyi.norbert@sze.hu
orcid.org/0000-0002-4569-2675

Norbert Hegyi
PhD aspirant
Széchenyi István University
PhD Programme of Engineering
hegyi.norbert@sze.hu
orcid.org/0000-0002-4569-2675



http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2018_2/2018-2-19-0477_Hegyi_Norbert.pdf