

Bárány Dániel* – Rembeczki Szabolcs**

Pilóta nélküli légi járművek repülésbiztonsági kérdései és az azokra adható technikai megoldások lehetőségei

A DRÓNOK ÉS A LÉGTÉR HASZNÁLATÁRA VONATKOZÓ SZABÁLYOK RÖVID ÖSSZEFOGLALÁSA

A pilóta által vezetett és a pilóta nélküli légi járműveknek (Unmanned Aerial Vehicle – UAV¹) repülési feladataikat gyakran egyazon légtérben kell végrehajtaniuk hasonló típusú repülési profilok mentén. Ennek eredményeként elvárta, hogy a pilóta nélküli légi járművek működése, működtetése a légtér azonos szegmenseiben összességében nem jelenthet nagyobb veszélyt, mint a normális légi közlekedésben már ismert és sztenderdként elfogadott kockázati tényezők.

2019-ben megjelentek az Európai Unió rendeletei, amelyek valójában csak keretrendszerként adtak a drónszabályozás nemzeti érdekelttségű kidolgozásához². A magyarországi drónhasználatot kapcsolatos tevékenységekre vonatkozó szabályozást 2021. február 10-től kell alkalmazni. A magyar és az uniós szabályok célja is a biztonságos drónhasználat elősegítése azzal, hogy repülési szabályokat, oktatási követelményeket, regisztrációs kötelezettséget, illetve egyéb szabályokat határoznak meg, amelyeket gyakorlatilag minden drónhasználónak ismernie kell, és maradéktalanul be is kell tartania, mielőtt drónfelhasználóvá válik. [1]

A drónhasználati szabályok drón kategóriákhoz kötöttek, amelyet azonban ebben a cikkben nincs mód részletesen bemutatni. A légtérfeosztás ismerete rendkívül fontos a légi közlekedés szempontjából, hiszen már akkor is légtérhasználatról beszélünk, ha akár csak 1 méterre felemelkedik egy drón a Föld felszínéről.

A légtérhasználatnak tehát komoly szabályrendszere van. Ennek ismerete hiányában rendkívül kockázatos a drónok alkalmazása.

A drónok nemcsak a Földön tartózkodó személyek számára jelenthetnek veszélyt, hanem – mivel az eszközök a légtér használói is –, így a többi légi járműre is kockázatot

jelentenek. Olyan elektronikus azonosító és ütközés-elkerülő rendszerek alkalmazása szükséges, amelyekkel a pilóta nélküli légi járművek nagyobb biztonsággal képesek a repülési feladataikat végrehajtani anélkül, hogy egymást vagy a pilóta vezette légi járműveket, azok repülési profiljait veszélyeztetnék.

A biztonságos légi közlekedés elősegítésének érdekében a MILTECH Zrt. megállapodást kötött a Sagetech Avionics amerikai céggel a légi közlekedést elősegítő, légi elektronikus azonosító, és ütközést gátló rendszerek Magyarországon, valamint másik nyolc országban történő forgalmazására, és az azzal kapcsolatos műszaki integrációra.

A Sagetech Avionics célja, hogy bővítse az UAV-rendszerek alkalmazási spektrumát, növelve a légi közlekedést elősegítő légi pozíció és helymeghatározó, elektronikus azonosító és ütközést gátló rendszerek iránti globális keresletet, beleértve a „detektáld és kerüld el” elvet támogató repüléselektronikát, valamint célszoftvereket.

A MILTECH több mint 25 éves tapasztalattal rendelkezik különböző típusú radarok modernizációjában, légvédelmi tűzvezető rendszerek fejlesztésében, NATO-szabvány harcászati adatkapcsolatok, kommunikációs protokollok fejlesztésében, alkalmazásában. A hadiipari cég kutatási eredményei révén hozzájárul ahhoz, hogy a Sagetech miniatűr repüléselektronikai és alkalmazói szoftvermegoldásaival elősegítse az UAV-k biztonságos légtérintegrációjának megvalósítását.

A PILÓTA VEZETTE ÉS PILÓTA NÉLKÜLI LÉGI JÁRMŰVEK KOMBINÁLT ALKALMAZÁSA KATONAI ÉS CIVIL TERÜLETEN

Katonai szempontból számos szakirodalmi forrás bizonyítja, hogy az UAV-rendszerek katonai műveletekben történő felhasználása milyen széles skálát mutat [2] [3], itt

ÖSSZEFOGLALÁS: A pilóta nélküli repülőeszközök elterjedése megköveteli a vonatkozó törvények rendszeres felülvizsgálatát, valamint új műszaki megoldások alkalmazását a biztonságos légi közlekedés érdekében. A MILTECH Zrt. és a Sagetech Avionics cég együttműködési megállapodást kötött olyan piacvezető avionikai termékek forgalmazására, amelyek lehetővé teszik a légi eszközök azonosítását, a balesetek csökkentését, és a repülések biztonságosabbá tételét.

KULCSSZAVAK: repülésbiztonság, légtérmenedzsment, UAV-alkalmazások, mikro-repüléselektronika, transzponder, interrogátor, ütközés-elkerülő rendszer

ABSTRACT: The proliferation of unmanned aerial vehicles requires a regular review of the relevant laws and the application of new technical solutions for safe aviation. MILTECH Zrt. and Sagetech Avionics have signed a cooperation agreement for market-leading avionics products that enable the identification of aircraft, the reduction of accidents, and enhance the safety of flights.

KEY WORDS: flight safety, airspace management, UAV applications; micro avionics, transponder, interrogator, collision avoidance system

* MILTECH Haditechnikai és Informatikai Zrt. Vezérigazgató-helyettes, ORCID: 0000-0002-4562-8083

** Ph.D., MILTECH Haditechnikai és Informatikai Zrt. Fejlesztési osztályvezető, ORCID: 0000-0002-2658-2876



megemlíthetjük a hírszerzést, a felderítést, különböző katonai célpontok elfogását, azonosítását, követését, harctéri károk értékelését, az elektronikai hadviselés és a kibernetikus műveletek támogatását, fegyverek hordozását, különböző technikával kivitelezett célmegjelölést, célátadást, légtérhasználatának akadályozását, különböző improvizált elektronikai harci töltetek és egyéb veszélyes anyagok célba juttatását, és még számos más stratégiai, műveleti és harcászati szinten jelentkező feladatok végrehajtását³.

A polgári alkalmazást tekintve is egyre bővül a paletta. A teljesség igénye nélkül említhetjük [1] kiemelt rendezvények megfigyelését, rendvédelmi biztosítását, katasztrófaesemények kárainak felderítését, beazonosítását, eltűnt személyek keresését, mentésben történő közreműködést, telekommunikációban átjátszó, relé funkció ellátását, kereskedelmi szolgáltatást, szállítmányozást, építészeti, közlekedési, folyami szolgáltatások biztosítását, szórakoztatást.

A katonai műveletek vonatkozásában a pilóta vezette és pilóta nélküli légi járművek kombinált alkalmazása folyamatosan teret nyer az összhaderőnemi műveletek harci és harci támogatással kapcsolatos feladataiban. Egyre elterjedtebb a drónok tömeges, kötelékben (drone swarm – drónraj) történő katonai és civil alkalmazása is. [4] Az UAS (Unmanned Aerial Systems) rendszerek katonai műveletekben történő alkalmazása olyan nagy előnyökkel jár – bizonyítják ezt korunk háborúi, mint pl. az örmény–azeri és az orosz–ukrán konfliktus is – amely alapján egyértelműen látszik, hogy a pilóta és pilóta nélküli repülő eszközök egy légtérben történő biztonságos alkalmazása nélkülözhetetlen képesség.

A pilóta nélküli légi járműveket a légtérhasználati integráció elérése érdekében olyan repülőelektronikával kell felszerelni, amellyel adott pilóta nélküli repülőeszköz nemcsak maga detektálja és elkerüli a többi légi közlekedésben résztvevő repülő eszközt, hanem közben önmagát is láthatóvá teszi mások számára. A szerzők, tanulmányuk további részében összefoglalják a technológiai kivitelezés és megvalósítás lehetőségeit.

UAS-RENDSZEREKEN ALKALMAZOTT HELY-/HELYZETMEGHATÁROZÓ REPÜLŐELEKTRONIKAI RENDSZEREK

A pilóta nélküli légi járművek esetében egy esetleges légi incidens elkerülésében, megakadályozásában a technikai megoldások alkalmazása nagy szerepet kap. Szükség van olyan repülőelektronikai eszközök implementálására (akár a légi jármű platformjára, akár földi vezérlőállomásokra), amelyek által a biztonságos repülés megfelelő színvonalon garantálható. Így például pozíció- és helymeghatározó, elektronikus azonosító és ütközést elkerülő rendszerek alkalmazásával lehetővé válik nemcsak a drónok tömeges, kötelékben történő biztonságos alkalmazása, de a pilóta általi légi járművekkel történő biztonságos közös légtérhasználat is.

A Sagetech Avionics egy amerikai repülőgéptechnológiai vállalat, amely repülőgép-válaszadókkal (transzponderekkel), lekérdező-berendezésekkel (interrogátorokkal), célszoftverekkel és kapcsolódó technológiákon alapuló helyzetfelismerő (situational awareness) megoldásokkal elősegíti a biztonságos repülést a pilóta nélküli légi járművekkel. A vállalat jelenleg a legtöbb kis és közepes kategóriájú katonai és polgári területen alkalmazott UAS-rendszerek esetében érintett különböző szolgáltatások tekintetében, amelyek hosszú évek óta, éles helyzetben is bizonyították megbízhatóságukat, működőképességüket (mission-proven). A vállalat több évtizedes programtapasztalattal, megszerzett tanúsítványokkal, szabványokkal, valamint több millió repülési óra árán szerzett tudással, szakmai háttérrel nyújt

hiteles garanciát arra, hogy termékeivel maximális értéket és repülésbiztonságot nyújtson az ügyfeleknek a pilóta nélküli repülő eszközök biztonságos üzemeltetésében, élettartam-menedzsmentjében. A vállalat folyamatosan bővíti a technológiai repertoárját, hogy átfogó, tanúsítványokkal rendelkező repülőelektronikai rendszereket fejlesszen ki elsősorban detektáló, ütközésgátló, figyelmeztető, léghelyzet-pozicionáló és -értékelő, valamint elektronikus azonosítást lehetővé tévő területeken. A cél nem lehet más, mint a pilóta nélküli repülőeszközök repülésbiztonságának maximalizálása.

A repülőelektronikai rendszerek ún. hasznos teherként (payload), esetleg augmentációként kerülnek alkalmazásra a hordozó légi járműveken, így a pilóta nélküli eszközökön is. Drónokon alkalmazható kis SWaP (Size, Weight and Power – méret, tömeg és teljesítmény) eszközöket kis tömeg, kis méret és alacsony teljesítmény igény jellemzi. Ezek a megfizethető árú, hatékony, miniatűr termékek könnyen integrálhatók (plug & play rendszerűek), és műszakilag validálhatók, igazolhatók.

IDEGEN-BARÁT AZONOSÍTÓ RENDSZEREK

Egy tanulmány szerint több mint 90 országnak van hozzáférése közepes méretű drónokhoz, amelyek nemcsak nagyobb hatótávolsággal bírnak, mint az egyszerű hobbi drónok, hanem képesek fegyverzet hordozására, és precíziós támadás végrehajtására. [5] A légi járművek elektronikus úton történő azonosítása, és azt követően azonosítási kategóriába történő sorolása elengedhetetlen a légi járművek hovatartozásának (barát vagy ellenség) megállapításához. Így egyre inkább fontos az elektronikus idegen-barát azonosító rendszerek (IFF – Identification Friend or Foe) alkalmazása a drónokon is. A katonai repülés során számos esetben a rossz, helytelen célazonosítás következményeként került saját cél megsemmisítésre.

Az elektronikus azonosítás során keletkezett adatok nagyon szenzitívek, különös információvédelmi intézkedéseket igényelnek, hiszen a kompromittálódott adatok következtében alapvető légtérellenőrzési képességek sérülnek. A technikai lehetőségek bővülésével és a fokozottabb információvédelem érdekében bevezetésre került az IFF MARK XII Mode 5 képesség, amely a korábbinál magasabb, sokkal nehezebben kompromittálható technikai színvonalú védeltséget biztosít, természetesen sok más technikai újdonság mellett. [6]

Az IFF-rendszerek civil/katonai esetekre vonatkozó működési módjait szigorú szabványok írják elő, amelyeknek maradéktalanul meg kell felelni akár kérdező (interrogátor), akár válaszadó (transzponder) platformokról van szó. Egy katonai feladat sikere múlhat azon, hogy egy drón vagy drónraj teljesíteni tudja-e a feladatát, vagy sem. A drónok ugyanolyan célpontjaivá válhatnak a légvédelemnek, mint a pilóta vezette légi járművek, ezért az elektronikus azonosító rendszerekkel történő felszerelésük kifejezetten indokolt. [8]

A pilóta nélküli repülőeszközökön történő megfelelő mikro IFF-transzponder kiválasztása az alkalmazótól függ, hiszen civil, katonai és civil/katonai alkalmazás egyaránt lehetséges. Fő műszaki és felhasználói szempontok meghatározása fontos a megfelelő transzponder kiválasztásához. [9]

ÁLTALÁNOS JELLEMZŐK

Egy transzponder teljes integrációja, valamint szinkronizációja a robotpilóta (auto pilot) és egyéb fedélzeti rendszerekkel jelentős feladat. Ezért is fontos, hogy nagy meg-

1. táblázat. Sagetech MX transzponderek fő paraméterei
(A szerzők szerkesztése az [7] alapján)

	Sagetech IFF		
	MXS transzponder	MX12B Mk-XIIB transzponder	MXR interrogátor
IFF civil módok	Mode A, C, S		
IFF katonai módok	–	Mode 1, 2, 3/A és Mode 5 Level 1&2	–
ADS-B	Integrált 1090 MHz ADS-B In/Out		
Tömeg	190 g		
Méret (H x Sz x M)	86 x 64 x 25 mm		
Működési hőmérséklet	–40 – 70 °C		
Működési magasságtartomány	Nincs korlátozva		
Működési sebességtartomány	Nincs korlátozva		
Tipikus teljesítményigény	10 W	13 W	10 W
Tápfeszültség	14 – 28 V +/- 4V DC		
Adóteljesítmény	316 W		
Integrált magasságkódoló	Van		
I/O portok	RS-232, RS-422, Ethernet		
Kripto eszköz	–	AIMS4-900(A) Opció B (KIV-77)	–

bízhatóságú, minőségi transzponder kerüljön felhasználásra, amely számos szabvány előírásainak megfelel, alacsony a meghibásodási mutatói, és több évnnyi használat tapasztalata áll mögötte.

KOMMUNIKÁCIÓS ÉS CSATLAKOZÁSI KÉPESSÉGEK

Többféle kommunikációs port és ki-/bemeneti csatlakozási képesség biztosítása nagyobb flexibilitást biztosít a különböző rendszerekhez történő integráció során, és elősegíti az interoperabilitást. Ilyen elvárás lehet pl. a GPS-alkalmazhatóság, vagy C2 rendszer integrálhatósága többféle módon. A tradicionális RS-232 mellett, az alacsony SWaP-megoldások kialakításához egyre inkább terjed az Ethernet csatlakoztathatóság is. Kommunikációs redundancia mellett, hibaizolációhoz Ethernettel szintén könnyű a rendszerdiagnosztika kialakítása.

IFF ÉS ADS-B KÉPESSÉGEK

Sok UAV-platform egyaránt végez civil és katonai tevékenységet is. Ilyenkor előnyösebb olyan transzpondert választani, amely a civil és katonai azonosítási módok (így a legújabb Mode 5) kezelésére egyaránt képes (1. táblázat). Továbbá egyre nagyobb az igény az ADS-B In eszköz alkalmazására is. Az ADS-B In (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) képesség légi helyzetfelismerő képességet nyújt, amellyel megfelelő döntés hozható légi ütközések elkerülése érdekében. Igazolással rendelkező ADS-B In vevő alkalmazása szükséges a biztonságos vizuális látótávolságon túli repüléshez, valamint követelmény az ütközés-elkerülő (DAA – Driver Attention Alert) rendszerekben is. Az ADS-B In modult gyakran utólag illesztik a már meglévő transzponderhez, így utólagos integrálása idő- és munkaigényes. Célszerűbb olyan transzpondert választani, amely eleve rendelkezik ADS-B eszközzel, míg mérete, tömege továbbra is alacsony marad. Az MXS a világon az első olyan integrált ADS-B In/Out képességgel rendelkező mikro-transzponder, amely FAA- (Federal Aviation Administration – Szövetségi Légügyi Igazgatás) tanúsítvánnyal rendelkezik.

AUTOPILOT-INTEGRÁLHATÓSÁG

A transzponder különböző autopilot rendszerekhez történő integrálása idő- és költségigényes. Így célszerű eleve olyan transzpondert választani, amely könnyen adaptálható különböző autopilot rendszerekhez, és gyors illesztési eljárással flexibilisen integrálható számos gyakran alkalmazott autopilot típushoz.

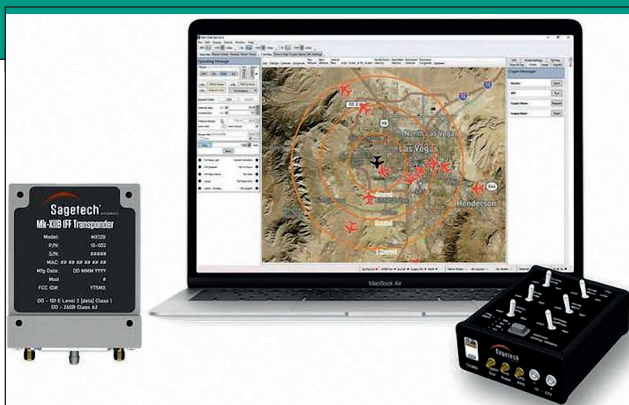
TELJESÍTMÉNY ÉS LÁTHATÓSÁG

A transzponder kimeneti teljesítményének megfelelő tartása a teljes üzemelési hőmérséklet tartományban, igen fontos a transzponder láthatósága miatt. Magas hőmérsékleten a transzponder kimeneti teljesítménye csökkenhet, amivel a detektálási távolság csökken. Alacsony hőmérsékleten a teljesítményingadozás (power droop) szintén jelentős lehet adás alatt. Ha az adás a specifikáción kívül esik (2 dB-lel), akkor az ATC (Air Traffic Control – Légi közlekedés-ellenőrző) radar vagy a TCAS (Traffic Collision Avoidance System – forgalmi ütközés-elkerülő rendszer) ADS-B vevők elutasítják a transzponder adását. Ha a transzponder 2 dB csökkenés nélkül képes tartani teljes kimeneti teljesítményét a teljes hőmérsékleti tartományban, akkor a légi jármű látható marad.

ANTENNADIVERZITÁS ÉS LÁTHATÓSÁG

Néhány tradicionális transzponder csak 1 db dipólanennát alkalmaz, így azonban a dipól sugárzásikarakterisztika jellegéből adódóan, függőleges irányban jelentősen csökken a jármű detektálási távolsága. Két darab (alsó és felső) antenna alkalmazásával jobb sugárzási karakterisztika, és így jobb láthatóság érhető el az UAV felett, és alatt is. Kritikus küldetéseknél fontos, hogy ne csak a földi, hanem a műholdas ADS-B rendszerek számára is jól látható legyen az UAV.





1. ábra. Sagetech Mk-XIIB Mode 5 képes transzponder (balra), kezelői szoftver grafikus felhasználói felülettel és teszteszköz (jobbra) [10] (Sagetech Avionics engedélyével)

FELHASZNÁLÓBARÁT JELLEMZŐK

Alapvető elvárás, hogy az IFF-eszköz felhasználóbarát, tehát könnyen kezelhető, könnyen karbantartható legyen, rendelkezzen termék- és integrációs támogatással, legyen könnyen telepíthető és könnyen konfigurálható a vevői igények figyelembevételével. A Sagetech plug & play kialakítású termékei különböző I/O portokat (input/output – bemeneti/kimeneti) és számos autopilot rendszert támogatnak elősegítve az integrációt.

A repülőelektronikai eszközök a hardverelemek szoftveres támogatásaként nélkülözhetetlenek a platformintegráció, a rendszerkonfiguráció, a vezetés-irányítás (C2 – command-control) megvalósítása, és a megjelenítés szempontjából. Az adatrögzítési képesség elősegíti a küldetés későbbi kielemezését és a karbantartást is. A funkciókhoz grafikus felhasználói felület áll rendelkezésre, amelynek használata könnyen elsajátítható. (1. ábra) Szoftveres támogatással ellátott integrációs és tesztkit biztosítja továbbá a robotpilóta-integrációt, a titkosítást, a kommunikációs portok konfigurálását, GPS-jel szimulációt, és a tesztelést is. Továbbá előkonfigurált KIV-77 emulátorral⁴ a Mode 5

képesség is tesztelhető, mivel így kulcsok igénylése, és kulcsbetöltő használata nem szükséges. A KIV-77 eszközzel ellentétben, az emulátor tárolásához és kezeléséhez nem szükséges a COMSEC⁵ követelmények teljesítése.

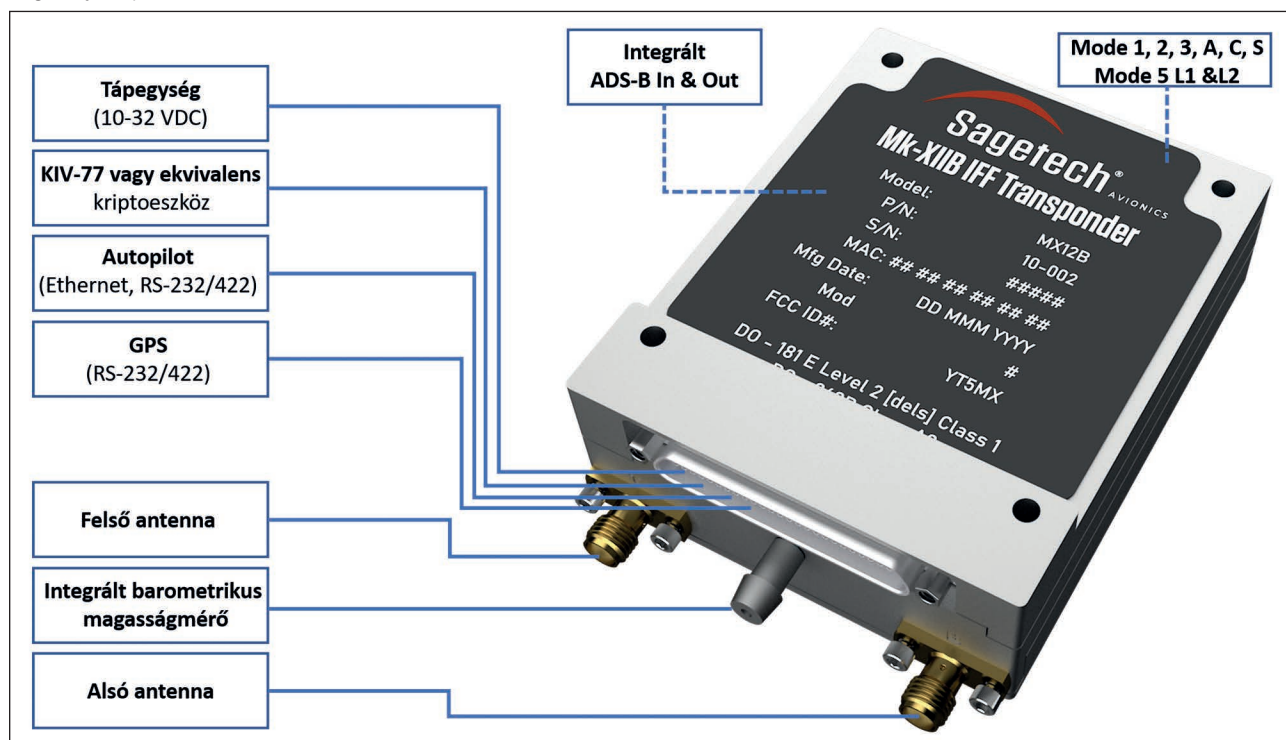
A fenti képességeket figyelembe véve, a Sagetech MX12B transzponder a világon az első tanúsítvánnyal rendelkező Mk-XIIB Mode 5 képes mikro IFF transzponder, amely kisebb drónokon is alkalmazható katonai és/vagy civil célból egyaránt. Az integrált ADS-B In/Out képességgel rendelkező MX12B rendszer csatlakozásait a 2. ábra szemlélteti. A tápellátás mellett, a Mode 5 képességhez szükséges kriptográfiai (pl. KIV-77 vagy ekvivalens) eszköz is a transzponder fő soros portjára csatlakozik. A légi jármű alsó és felső részén elhelyezett IFF-antennák a transzponder SMA⁶ csatlakozóira csatlakoznak. A fő portra csatlakoztatható GPS-eszköz, így a különböző adatformátumú GPS-jelek kezelése szintén megoldott. Soros (RS232/422) vagy Ethernet portokkal számos gyártó autopilot berendezése csatlakoztatható a transzponderre. Barometrikus magasságméréshez külön port áll rendelkezésre nyomás kalibrációhoz.

ÜTKÖZÉS-ELKERÜLŐ RENDSZEREK

Az észlelő és elkerülő (Detect and Avoid – DAA) rendszerek a látótávolságon túli (BVLOS – beyond visual line of sight) katonai és civil alkalmazásokban egyaránt fontos repülésbiztonsági eszközök az ütközések elkerülése érdekében.

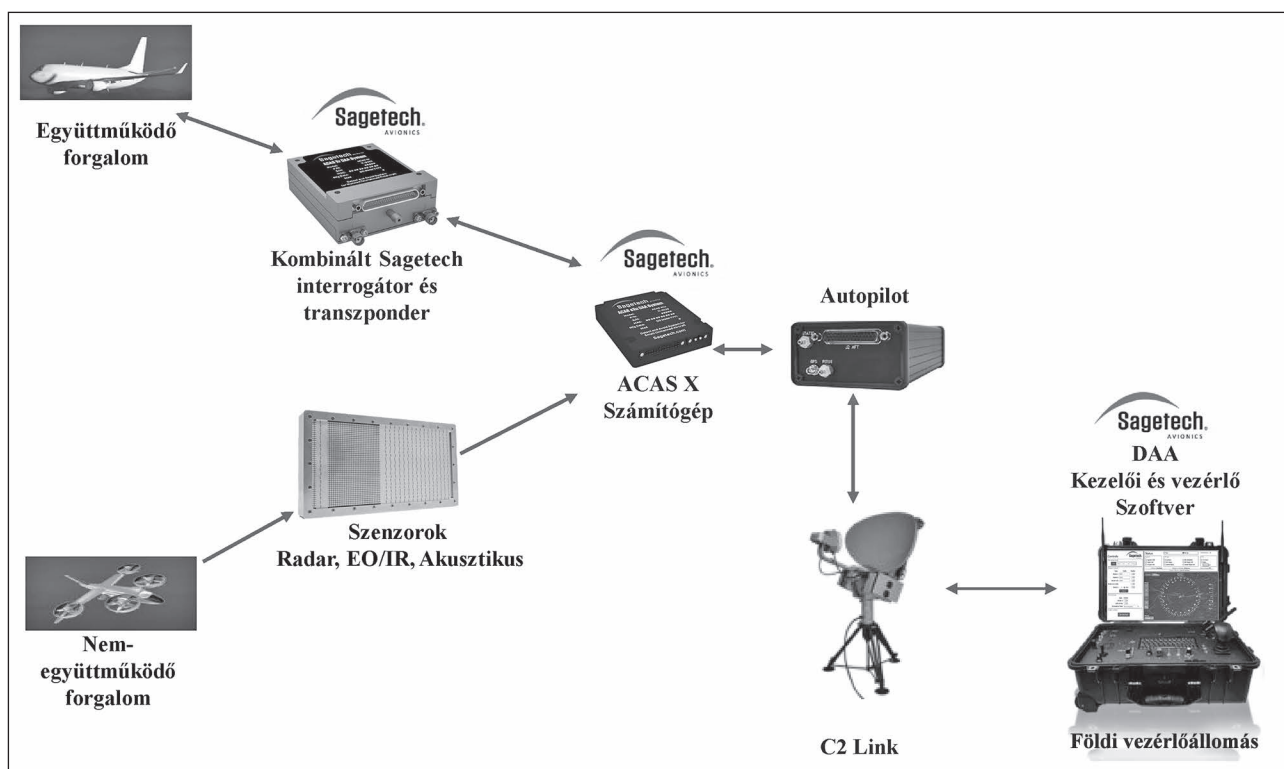
A DAA-rendszer működése szempontjából figyelembe kell venni, hogy merev vagy forgószárnyas típusú pilóta nélküli légi járműről esik szó. A merev és a forgószárnyas UAV-k repülési tulajdonságai (pl. manőverezési képesség, maximális repülési magasság stb.) jelentősen eltérnek egymástól, így eltérő az ACAS (Airborne Collision Avoidance System – Fedélteti ütközés-elkerülő rendszer) alkalmazása szükséges.

2. ábra. A Sagetech Mk-XIIB Mode 5 képes transzponder rendszer csatlakozásai (a szerzők szerkesztése, Sagetech Avionics engedélyével)



2. táblázat. A Sagatech DAA-rendszerek fő paramétereit (a szerzők szerkesztése az [11] alapján)

	DAA-rendszerek		
	ACAS Xu	ACAS Xr	ACAS sXu
Légi jármű	Merevszárnyas UAS 25 kg felett (>55 lb)	Forgószárnyas repülő 25 kg felett (> 55 lb)	Kis UAS 25 kg alatt (< 55 lb)
Tömeg	190 g		60 g
Méret (H x Sz x M)	86 x 64 x 25 mm		
ADS-B (1090 MHz)	x	x	-
ADS-B validáció	x	x	-
ADS-B (kétsávós 978/1090 MHz)	-	-	x
Mode S transzponder	x	x	-
Radarszenzor	x	x	x
EO/IR-szenzor	x	x	x
Akusztikus szenzor	opció		
Földi telepítésű szenzor	-	-	x
C2-kapcsolat	x	x	x
C2 műholdas kapcsolat	opció		
Integrált V2V kapcsolat ⁷	-	x	x
ACAS számítógép	x	x	x
Vezérlőállomás-szoftver	x	x	x



3. ábra IFF és szenzor alapú ütközés-elkerülő rendszer felépítése (szerző szerkesztése, Sagatech Avionics engedélyével)

A légi forgalom jellegétől szintén függ a DAA-rendszer működésének módja. A légi közlekedésben kétféle forgalomkategoría létezik: az együtműködő és a nem együtműködő.

A kooperatív forgalomban a légi járművek elkerülő rendszerrel felszereltek, amelyek minimalizálják az ütközés kockázatát. Az egymással kooperáló légi járművek alapve-

tő repülési adataikat kommunikálják. Az ADS-B rendszer, a repülés valamennyi fontos paraméterét valós időben továbbítja. A pilóta nélküli repülőeszköz észlelő és elkerülő rendszerének ezen repülési adatokat venni kell, tehát rendelkezik egy vevő berendezéssel és egy repülőgép-fedélzeti elektronikus kérdező berendezéssel (interrogátorral) az érkező ADS-B track (útvonal) hitelesítésére (erre a vett ADS-B



adatok visszaigazolása miatt van szükség). Ha fennáll az összeütközés veszélye, az egyik repülőgép emelkedik, a másik pedig süllyed, ezzel elkerülve az ütközést.

A nem kooperáló forgalomban, a nem együttműködő légi jármű repülési jellemzői (pozíció, irány stb.) nem ismertek, így ezen információkhoz begyűjtésére szenzorokat kell használni. Ilyen felszíni vagy fedélzeti telepítésű szenzorok lehetnek pl. radar, elektro-optikai, infravörös (EO/IR) szenzorok vagy akusztikus szenzorok, illetve ezek kombinációi. E szenzortípusok előnyökkel és hátrányokkal is rendelkeznek, eltérnek többek közt pl. méretben, detektálási képességben, energiaigényben. [12] Ezen jellemzők mind befolyásolják alkalmazhatóságukat. Minden időjárásban működő (all-weather) fedélzeti levegő-levegő radarokkal pl. nagyobb detektálási távolság érhető el, azonban mérete és energiaigénye is nagyobb az EO/IR vagy akusztikus szenzorokhoz képest. Így pl. ez utóbbi szenzorok kisebb drónokon jobban alkalmazhatók.

Az észlelő és elkerülő rendszer számítógépe (DAA ACAS computer) a vett adatokat (ADS-B, fedélzeti és/vagy földi telepítésű szenzor adatokat) fuzionálja, kiértékeli, majd a kiértékelt útvonal- (track) adatokat továbbítja az autopilot rendszernek. Ütközésveszély esetén a megfelelő figyelmeztető információkat a drón továbbítja közvetlenül vagy pl. műholdas, vagy földi C2 kapcsolaton keresztül az UAV-irányító állomásra. (3. ábra) A drónok nagyobb manőverezési képességét figyelembe véve, ACAS ütközés-elkerülési eljárásban horizontális elkerülő manőver is alkalmazható, míg a hagyományos TCAS-rendszer esetén csak vertikális szeparáció történik a légi járműveknél az ütközés elkerüléséhez.

ÖSSZEGZÉS

A gondolatok zárásaként remélhetően sikerült az érdeklődő olvasók figyelmét felhívni a drónok alkalmazására vonatkozó, megoldásra váró, de legalábbis átértékelésre szoruló szabályozási, alkalmazási környezetre. A drónok előretörése megállíthatatlan, mivel alkalmazási lehetőségük jelenleg szinte nem ismer korlátokat. Így minden ország légi közlekedésében fel kell készülni a repülésbiztonsági kockázatok felülvizsgálatára, és megfelelő intézkedések meghozatalára.

A szabályok lefektetése a légi közlekedés biztonságossá tételének egyik módja, a másik pedig a repülésbiztonságot elősegítő technológia alkalmazása és fejlesztése.

A MILTECH Haditechnikai és Informatikai Zrt. és a Sagetech Avionics amerikai cég innovatív, ígéretes együttműködése elősegíti a repülésbiztonsági eszközök alkalmazásának elterjedését, ezzel új távlatokat és képességeket nyitva a hazai katonai és civil drón alkalmazásokban.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] A. Németh, „UAV-k alkalmazása a közfeladatok ellátása során I.” *Hadmérnök*, 12, szám2, 2018.;
- [2] M. Palik, „A pilóta nélküli légi járművek katonai alkalmazása,” *Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek*, (Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem 2013), 320.;
- [3] Z. Krajnc, „Drónok, hibrid fenyegetés, terrorizmus a légtérből: a légi hadviselés privatizálása,” *Hadmérnök*, 13, szám 4, (2018);
- [4] A. Németh és P. Pápics, „Mini UAV-rajok alkalmazásának lehetőségei különös tekintettel a katonai célú igénybevételre I. rész,” *Haditechnika*, 2019/5. DOI: 10.23713/HT.53.5.04;
- [5] K. Saylor, „A World of Proliferated Drones: A Technology Primer,” *Center for a New American Security*, Június 2015.;
- [6] T. Withington, „Identification Friend or Foe,” *European Security and Defence*, 11-12 (2021);
- [7] Sagetech Avionics, „MX Series Situational Awareness Solutions.”. Letölthető: <https://sagetech.com/resources/>;
- [8] D. M. Zoldi, „Identifying Drone Friend or Foe. More Important Than Ever.”. Letölthető: <https://sagetech.com/news-and-events/identifying-drone-friend-or-foe-more-important-than-ever/>;
- [9] M. Hamilton, „UAV Transponders: Essential Technical Considerations for Your Next Program,” 2020. Letölthető: <https://sagetech.com/resources/white-papers/>;
- [10] Sagetech Avionics, „Situational Awareness Avionics.”. Letölthető: <https://sagetech.com/resources/>;
- [11] Sagetech Avionics, „Detect and Avoid Systems,” . Letölthető: <https://sagetech.com/resources/>;
- [12] N. Veréb, „Az UAV-k fedélzetén alkalmazott szenzorok és ezek működése,” *Repüléstudományi Közlemények*, 2016.

JEGYZETEK

- 1 A cikk további részeiben drón alatt UAV-t értünk.
- 2 A Bizottság (EU) 2019/947 végrehajtási rendelete (2019. május 24.) a pilóta nélküli légi járművekkel végzett műveletekre vonatkozó szabályokról és eljárásokról. Az új EU-s drónszabályozási keretrendszer a tervek szerint 2022 utolsó negyedévében jelenik meg.
- 3 Technológia, taktika és török tanácsok – hogyan nyerte meg Azerbajdzsán a hegyi-karabahi háborút? (szabadeuropa.hu)
- 4 Az emulátor egy olyan számítógépes program vagy hardver, amely „szimulálja” más programok vagy eszközök környezetét, vagyis lehetővé teszi az adott rendszerrel nem kompatibilis programok (vagy operációs rendszerek), illetve számítógépek futtatását. (A szerk.)
- 5 COMSEC – Kommunikációs biztonság. Az Egyesült Államok kormányának távközléséből származó, nemzetbiztonsággal kapcsolatos információk illetéktelen személyektől történő megtagadása és az ilyen távközlés hitelességének biztosítása érdekében hozott intézkedések összessége. (A szerk.)
- 6 Az SMA-csatlakozó nagyon kis méretű, ennek ellenére kiváló tulajdonságokkal bír. Jellemzően 5 W alatti teljesítményű VHF, UHF és SHF miniatűr kézi rádiókban, illetve mikrohullámú berendezésekben gyakran alkalmazott csatlakozótípus. (A szerk.)
- 7 V2V – Vehicle-to-vehicle. A jármű-jármű közötti kommunikáció, amely vezeték nélkül képes információt cserélni a környező járművek sebességéről és helyzetéről a balesetek elkerülése, és a forgalmi torlódások érdekében. (A szerk.)