

6. ábra. Egy Elbit Systems Skylark I-LE Miniature UAS indítási helyzetben a 2,28 m hosszú indítósinen, a déli határszakasz őrzésének megerősítése során (Fotó: HM Zrínyi NKft. / Kálmánfi Gábor)



Dr. Palik Mátyás* – Dr. Rohács József**

UAV, UAS, RPA, drón, robotrepülőgép – új technológiák alkalmazása **II. rész**

A szerzők tanulmányukban a személyzet nélküli repülő eszközök angol nyelvű rövidítését, megnevezését ismertetik. A cikk első részében a repülőgépek osztályozását mutatták be az olvasóknak, valamint az UAV, UAS és a drón szakkifejezések jelentéstartalmát értelmezték. Az eszközöket maximális felszállótömegük, repülési sebességük, hatósugaruk, repülési magasságuk, továbbá a repülési időtartamuk szerint osztályozták. A tanulmány második részében az érdeklődők a drónok további katonai, valamint civil alkalmazási területeivel ismerkedhetnek.

A III. osztály első kategóriája a *kis méretű drónokat* (SUAS) foglalja magába. Ezek között a drónok között forgószárnyas UAS-eket is találunk, de a merev szárny ebben a kategóriában még mindig nagyobb arányban van jelen. A harcászati egységeket (ezred, zászlóalj) támogatják 5000 láb AGL magasságig, maximum 50 km hatótávolságon belül. A kategória ismert tagja a Boeing Inc. Insitu leányvállalatának drónja, a Scan Eagle (7. ábra). Az UAS EO- és/ vagy IO-kamerát hordoz egy könnyű, stabilizált rendszerben, valamint egy integrált kommunikációs alrendszerrel, amelynek hatótávolsága meghaladja a 100 km-t. A légi platform több mint 20 órányi repülési idővel rendelkezik. Szárnyfesztávolsága 3,1 m, hossza 1,2 m, tömege közel 20 kg. Maximális sebessége 150 km/h, átlagos utazósebessége 90 km/h. Az újabb változatok nagyobb felbontású kamerát, egyedi tervezésű, C módú transzpondert[®] és új videorendszerrel kaptak. A ScanEagle-nek nincs szüksége repülőtérré az üzemeléshez. Az Insitu által szabadalmazta-

tott pneumatikus egységgel (SuperWedge) indítják, és egy speciális visszatérő rendszer segítségével (Skyhook) „fogják be”, amely a szárnyvégen lévő horog segítségével kap el egy 9,1–15,2 méter hosszú rúdon lógó kötelet. Ezt a precizitást a kiváló minőségű differenciált GPS (Global Positioning System – Globális Helymeghatározó Rendszer) teszi lehetővé. A teljes rendszer négy légi járműből, egy földi irányító állomásból, egy távoli videoterminálból, a SuperWedge indító és a Skyhook visszatérő rendszerből áll. [19]

7. ábra. Egy ScanEagle UAV a katapulton, indítás előtt (Al-Asad, Irak 2005) (Forrás: usmc.mil)



* Ezredes, katonai repülési dékánhelyettes, egyetemi docens. NKE Honvédtisztképző és Hadtudományi Kar, Repülésirányító és Repülő-hajózó Tanszék. ORCID: 0000-0002-2304-372X

** Professzor emeritus. BME Repüléstudományi és Hajózási Tanszék. ORCID: 0000-0002-4607-9063

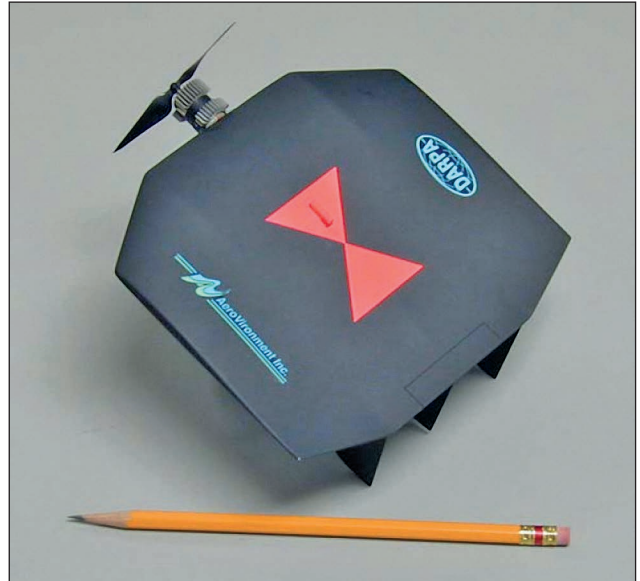




8. ábra. Egy izraeli katona egy Skylark UAV-t készíti a levegőbe indítani (Forrás: The Israel Defense Forces)

A III. osztály következő kategóriája a 15 kg alatti drónokat foglalja magába, amelyeket MUAV-nek nevezünk. Ezek között a drónok között mind forgószárnyas, mind merev szárnyú légi platformok is találhatóak. A harcászati alegységek (század, szakasz, osztag) parancsnokait támogatják azáltal, hogy felderítési információkat biztosítanak számukra. Jellemző példája ennek a kategóriának az izraeli fejlesztésű Skylark (8. ábra), egy kis méretű, kézből indítható, harctéri felderítő UAV, amelyet 2004-ben rendszeresített az izraeli hadsereg. Kis méretéből adódóan könnyen szállítható, ezért is láttak el vele minden izraeli gyalogos egységet. A drón nagy felbontású valós idejű képet készít az általa felderített területről, amit a földi alegységek számára online közvetít. A kezelő egy hordozható vezérlőegység segítségével irányítja a repülőgépet, amelyen megjelenik a Skylark által sugárzott videokép. Az eszköz rendelkezik infravörös érzékelővel is, amely biztosítja az éjjeli, és bonyolult időjárási körülmények közötti alkalmazhatóságát. A géptest törzse egy cső, amelyre a hajtóművet, a szárnyat, a vízszintes és függőleges vezérsíkokat, valamint a kamerarendszert rögzítették. Elektromos hajtóműve halk és gazdaságos. A hatótávolsága 10 km, maximális repülési ideje 2 óra, legnagyobb sebessége 60 km/h. A rendszert több mint 20 ország, köztük hazánk is rendszeresítette. [4]

A III. osztály utolsó csoportja a mikroméretű légi járművek (MAV) kategóriája, ezek közé azok a miniatűr légi eszközök tartoznak melyek 66 Joule energiaállapotnál kisebb értékűek. Harcászati alegységek (szakasz, raj, egyéni harcos) fegyverzetébe tartoznak. Különböző felépítésben: rögzített szárnyú, forgószárnyú és csapkodó szárnyú repülési koncepciók számos változatában készülnek. Napjaink aszimmetrikus hadviselésében felértékelődtek a kis méretű, olcsó, kézből indítható, kisalegység szinten alkalmazható drónok, különösen a szárazföldi haderőnél és a tengerészgyalogságnál. Ezeket az eszközöket kiválóan lehet alkalmazni a megváltozott körülmények között megvívandó városi harcokban is, mivel a drónok elektromos meghajtásuknak köszönhetően csendesek, könnyen hordozhatók, akár egy laptop kezelőfelületéről is irányíthatók. Hasznos terhelésük egy EO- vagy IR-kamera lehet, amelyek képeit valós időben juttatják el a kezelőikhez. A felhasználásuknál figyelembe kell venni, hogy az alkalmazási magasságukban romlik a látás alapján történő tájékozódás lehetősége, a műveleti területre jellemző rossz látási körülmények, a por, az alacsonyan lebegő homok, a tüzek és a füst miatt. Ezek korlátozzák a célok időben történő felderítését, rontják az összeütközések elkerülésének lehetőségét. A kategória egyik legkisebb rendszere a Black Widow (9.



9. ábra. A Black Widow MAV [25]

ábra), amely egy kis méretű, rögzített szárnyú légi jármű. Tömege mindössze 50 gramm, amelynek felét a primer akkumulátorok tömege teszi ki. A miniatűr drónt egy villanymotor hajtja, amely azt 20 m/s-os maximális repülési sebességre gyorsítja fel. Néhány évnyi fejlesztés során a program egy mindössze 2 perces, teher nélkül repülni képes, légi járműből egy 30 perces repülni képes rendszerre fejlődött. Az eszköz 769 láb magasságból színes videót továbbít az 1,8 km-re lévő bázisállomásra. A légi platform megnövelt szárnyfelülettel és szárnyterheléssel 60 km/h maximális repülési sebességet érhet el. A gyártó AeroVironment egy könnyű súlyú, hordozható, univerzális földi vezérlőegységet fejlesztett ki a drón számára, amely egy laptop méretű vezérlőegységből, és egy antennából áll. Minden lényeges adat rákerül a színes, nappali fényben olvasható videoképre. A drón egyszer használható, kazetás, pneumatikus kilövő rendszerből indítható. [20]

A CIVIL DRÓNOK ALKALMAZÁSI TERÜLETEI

Amint a méretük és a beszerzési árak bárki számára elérhetővé tette a drónokat, azonnal megkezdődött azok civil alkalmazása is. Ennek ellenére a drónok tömeges városi alkalmazása csak lassan halad. Ennek okát a következő öt tényező és érdek együttes hatása eredményezi:

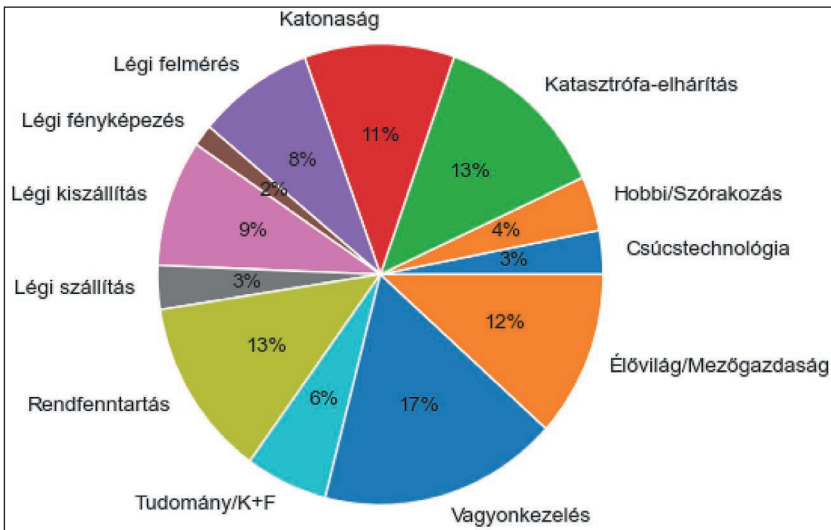
I. A városvezetők szívesen vennék, ha a drónok ellenőrnék a városi út-, vezetékálózatokat, épületeket, tereket, mérnék a környezetterhelés valós értékeit, vagy segítenének a donorszervek szállításában.

II. A gazdaság szereplői a gyors alkatrészszállítást, a logisztikai rendszerek fejlesztését, vagy a csomagok, étel stb. kiszállítását szeretnék gyorsan, olcsón és biztonságosan megoldani.

III. A társadalom kedveli a drónokat, mint érdekes játékokat, de fél a személyes szféra (illetéktelen) ellenőrzésétől, a drónok okozta esetleges balesetektől és a környezetterheléstől, például a zajtól.

IV. A törvényalkotók, a felügyeleti szervek késlekednek a szükséges szabályozás megalkotásával, részben az eddigi gyakorlati ismeretek és mérési adatok hiánya miatt.

V. Végül talán a legfontosabb probléma, hogy a jelenleg alkalmazott közlekedés-, szállítás-felügyeleti szabályozási



10. ábra. UAV-alkalmazások megoszlása 2018–2020 között [21]

rendszer – benne a légi forgalom menedzselésével –, alkalmazatlan a nagy számban megjelenő, és akár a magas épületek között is repülő drónok forgalmának a felügyeletére, irányítására.

Annak ellenére, hogy sokan úgy vélik, a drónok forgószárnyas, elektromos hajtású légi eszközök, valójában a civil alkalmazás terén is vannak merev szárnyú UAV-k és akár kisebb-nagyobb pilóta nélküli ballonok, léghajók is. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Repüléstudományi és Hajózási Tanszék vizsgálatai alapján a 2018–2020-as években a drónok civil alkalmazásával foglalkozók 63%-a csak forgószárnyas drónokat alkalmazott, ezzel szemben csak merev szárnyú pilóta nélküli eszközöket mindössze 16%-uk. A többiek vegyes gépparkkal dolgoztak. [21]

A 10. ábra szerint a drónok alkalmazásában ma már a civil felhasználás a meghatározó, még akkor is, ha a katonai alkalmazással együtt számolják a részben védelmi feladatokat is ellátó rendfenntartást, és a vagyongvédelmet is. Figyelemre méltó, hogy a katasztrófavédelem, az élvilág megfigyelése, a mezőgazdaság, a vagyongazdálkodás és a rendfenntartás céljaira alkalmazzák a legtöbb pilóta nélküli légi eszközt. [21]

11. ábra. A felső-ausztriai repülőgép-beszállító FACC dróntaxija látható az Ars Electronica Center előterében (Forrás: vog.photo)



A civil drónok esetében is fontos a szakszerű elnevezés. Ezek olyan repülőgépek, amelyek fedélzetén nincs pilóta, így lehet akár embert is szállítani a drónnal, amely részben autonóm üzemmódban, részben műveleti központból felügyelve használhatnak légi taxiként. (11. ábra)

A drónok civil alkalmazási feltételeinek fontos szabályai, európai uniós keretrendeletek formájában már az elmúlt néhány évben megszülettek.

A civil drónok, a jelenlegi rendszerben több szempont szerint is csoportosíthatók. Az alkalmazás szempontjából létezik a *nyílt*, az *engedélyköteles* és a *speciális* kategória. A *nyílt* kategória szabályai szerint a maximum 25 kg felszálló tömegű gépeket emberek felett nem, és tőlük csak biztonságos távolságra – a földtől maximum 120 m magasságig látótávolságon (VLoS – Visual Line of Sight) belül – lehet alkalmazni. Az ebbe a kategóriába tartozó drónok veszélyes anyagokat nem szállíthatnak.

Az *engedélyköteles* kategóriába tartoznak azok a repülések, amelyek harmadik fél számára bármilyen jellegű kockázatot jelenthetnek. Ilyenkor a repüléseket a normál polgári repülési szabályok alkalmazásával kell szervezni. A két kategória között létezik egy *speciális* kategória is, amely során a repülések már nem kezelhetők a *nyílt* kategória szerint, de a gép üzemeltetője vagy használója bizonyítani tudja, hogy az harmadik fél számára csak korlátozottan jelenthet kockázatot. Ebben a kategóriában drónt üzemeltetni szintén egyfajta engedélyezési eljárást igényel, amely kockázatelemzéssel és hatósági műveleti engedélykérésrel jár, de az eljárás kevésbé szigorú.

A civil drónokat az érvényes szabályozás a 2. táblázat szerint osztályozza.

Ma már a *nyílt* kategóriába tartozó civil drónok használata is műszaki vizsgához, valamint drónpilóta-jogosítvány meglétéhez kötött, amelynek alapkövetelményeit a 3. táblázat mutatja. A jogalkotók azokat a kedvtelési célú drónalkalmazásokat és azon drónrepüléseket, amelyek nem jelentenek veszélyt másokra, nem akadályozzák.

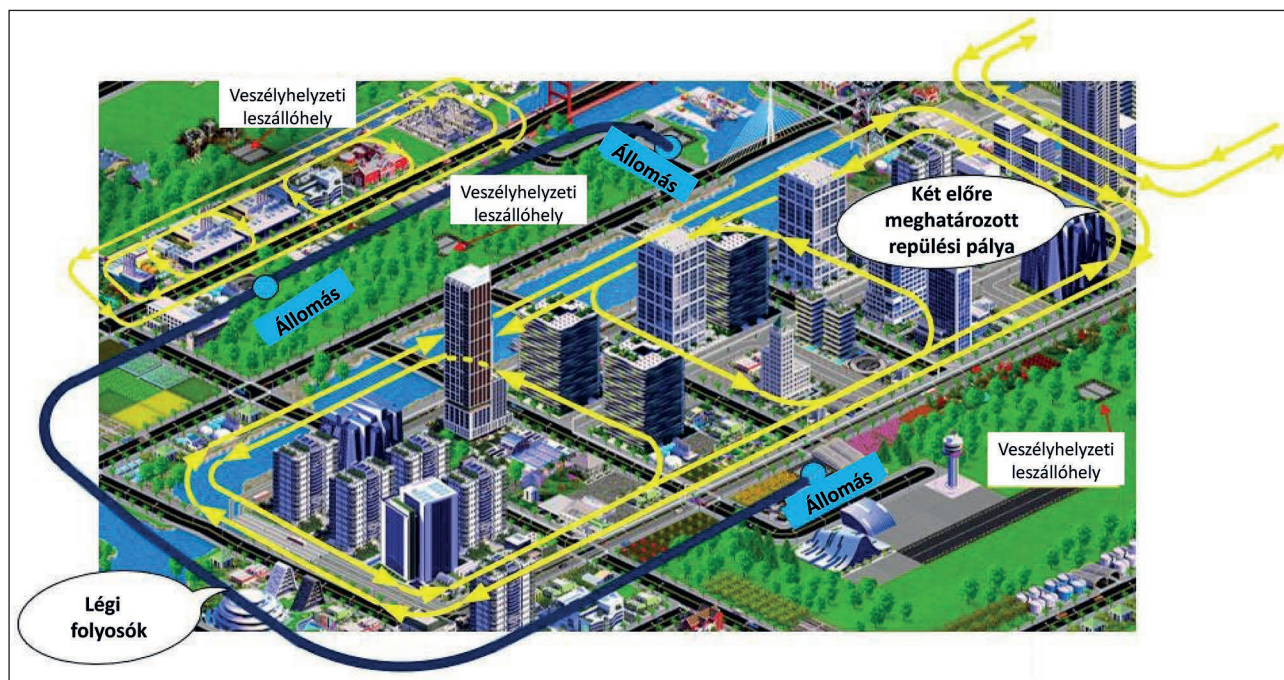
2. táblázat. A civil alkalmazású drónok osztályozása főbb jellemzőik szerint (BME Repüléstudományi és Hajózási Tanszék megbízással készített kutatási jelentéshez készítette Gál István)

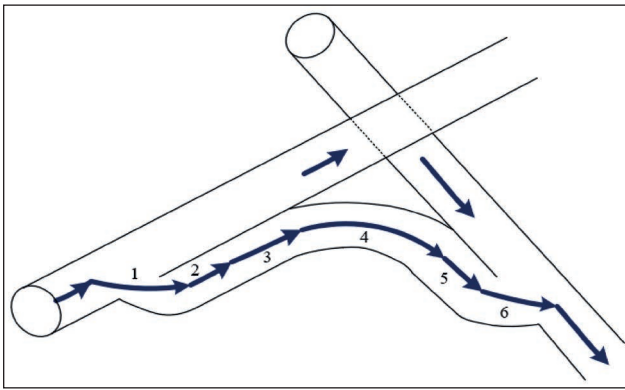
Jellemzők	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Maximális felszállótömeg	< 250 g	< 90 g, vagy fejnek átadott energia kevesebb, mint 80 J	< 4 kg	< 25 kg, bármely jellemző méret < 3	< 25 kg	< 25 kg, bármely jellemző méret < 3, merevszárnyú lehet (kivéve kötött)	< 25 kg, bármely jellemző méret < 3
Maximális vízszintes repülési sebesség	< 9 m/s	< 9 m/s	–	–	–	–	< 50 m/s
Alacsony sebességű üzemmód (nem merevszárnyú típus esetében)	–	–	3 m/s	3 m/s	–	5 m/s	–
Maximális repülési magasság a felszállás helyétől	120 m	120 m	120 m	120 m	–	120 m	120 m
Képzettség a pilóta számára	–	✓	✓	✓	–	✓	✓
Biztonságos irányíthatóság (meghibásodás esetén is)	✓	✓	✓	✓	✓ autonóm üzemmódok nem lehetnek	✓ előírt biztonságos repülés-megszakítási üzemmód is	✓ előírt pályatervezési és biztonságos repülés-megszakítási üzemmód is
Személyi sérülést mérséklő kialakítás	✓	✓	✓	–	–	–	–
Robusztus kialakítás	–	✓	✓	–	–	–	–
Jogosulatlan hozzáféréstől védett adatkapcsolat	–	–	✓	✓	–	✓	✓
Adatkapcsolati hiba esetén helyreállító, vagy biztonságos repülést megszakító üzemmód	–	✓	✓	✓	–	✓ a minőséget monitorozó és előrejelző rendszerrel	✓ a minőséget monitorozó és előrejelző rendszerrel
Meghatározott maximális zajszintelőírás	–	✓	✓	✓	–	✓	✓
Zajszint feltüntetése járművön (kivéve a merevszárnyú típust)	–	✓	✓	✓	–	✓	✓
Meghajtás	kizárólag elektromos	kizárólag elektromos	kizárólag elektromos	kizárólag elektromos	–	kizárólag elektromos	kizárólag elektromos
Követő mód távolság	< 50 m	< 50 m	–	–	–	–	–
Kötött esetben kábelhosszúság (szilárdsági követelményekkel is)	–	< 50 m	< 50 m	–	< 50 m	–	–
Egyedi, szabványos azonosítószám	–	✓	✓	✓	–	✓	✓
UTM-kompatibilis, önellenőrző helymeghatározó rendszer	–	✓	✓	✓	–	✓	✓
Alacsony akkumulátorfeszültség esetén riasztás, a visszatérést lehetővé tevő szintnél	–	✓	✓	✓	–	✓	✓
Azonosítást és irányíthatóságot lehetővé tevő, a hagyományos repülőgépektől megkülönböztethető fénytechnika alkalmazása	–	✓	✓	✓	–	✓	✓
Felhasználói kézikönyv (Meghatározott tartalommal, EASA tájékoztatóval.)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

3. táblázat. Nyílt műveleti kategóriában működtetett drónok alapvető repülési jellemzői és a vezetőikkel szemben támasztott vizsgakövetelmények (BME Repüléstudományi és Hajózási Tanszék megbízásos kutatási jelentéshez készítette Gál István)

	A1	A2	A3
Légi eszköz	C0, C1, vagy egyenértékű	C2	C2, C3, C4, vagy egyenértékű
Repülés lakott, kereskedelmi, ipari vagy szabadidős területek felett	-	-	legalább 150 m vízszintes biztonsági távolság
Repülés embertömeg felett	TILOS	legalább 30 m-es, vízszintes biztonsági távolság	TILOS
Repülés egyén felett	C1 gépnél kerülendő	legalább 5 m-es, vízszintes biztonsági távolság kis sebességű üzemmódban, megfelelő időjárási körülmények	TILOS
Követési üzemmódban használat	< 50 m	-	-
Felhasználói kézikönyv ismerete	✓	✓	✓
Pilóták számára kötelező, legalább 75 százalékos elméleti vizsga az alábbi témakörökben			
Repülésbiztonság	✓	✓	✓
Légtérkorlátozások	✓	✓	✓
Légi közlekedési szabályok	✓	✓	✓
Emberi teljesítőképesség határai	✓	✓	✓
Operatív eljárások	✓	✓	✓
Általános UAS-ismeretek	✓	✓	✓
Adatvédelem, személyiségi jogok	✓	✓	✓
Biztosítás	✓	✓	✓
Repülésvédelem	✓	✓	✓
Meteorológia	-	✓	✓
UAS repülési teljesítménye	-	✓	✓
Földi kockázat technikai és operatív jellegű csökkentése	-	✓	✓

12. ábra. A városi drónközlekedési hálózat kialakítása [21]





13. ábra. Drón irányváltotatása városi környezetben, előre adott repülési pályák alkalmazásakor. 1. sávváltás, 2. repülés az új párhuzamos sávban, 3. emelkedés (vagy süllyedés) a keresztező pálya szintjére, 4. állandó magasságon végrehajtott irányváltás, 5. haladás az új sávban a tervezett irányba, 6. besorolás a légi folyosó sávjába és a repülés folytatása [21]

A legfontosabb megoldandó probléma a drónok városi közlekedésbe történő illesztése, illetve az UAV-k repüléseinek a menedzselése. A megoldást támogató legfontosabb kutatás-fejlesztési irányok, eredmények a következők:

- a drónközlekedésre ki kell alakítani egy megfelelő közlekedési rendszert „légi úthálózzal” (12. ábra), amelyben az UAV-k kijelölt utakon repülnek, és ezek az utak nem keresztezik egymást; (13. ábra) [21],
- a forgalom ellenőrzésének támogatása az infrastruktúrában (a házak falába, az utakba) épített mikroérzékelők sokaságával;
- az akadályokat és egymást érzékelő és elkerülő rendszerek, a drónok együttes repülését megoldó eljárások kifejlesztése és alkalmazása; [22]
- automatizált központi felügyeleti és menedzselő rendszer kiépítése.

Ez a rövid gondolatmenet is mutatja, hogy a drónok polgári alkalmazása előtt még sok feladatot kell megoldani, de a fejlődés töretlen, és egyre gyorsabb.

ÖSSZEGRZÉS

A tanulmány alapvetően az UAV-k világában próbált alapvető eligazítást adni. A szerzők, a terminológia összefoglalása után röviden ismertették a katonai alkalmazási és kategorizálási lehetőségeket, továbbá a jobb szemléltetés céljából UAV-típuspéldákat mutattak be. Mivel a drónok civil felhasználása egyre gyorsabban fejlődik, ezért a cikket a területet is vázlatosan ismertette.

A drónok fejlesztésével jelenleg számos egyetem, kutatóintézet és egyéb vállalkozás is foglalkozik. [23] A drónok és alkalmazásuk magyarországi fejlesztésére létrehozott szervezet koordinációs feladatait a Közlekedéstudományi Intézet és a Digitális Jólét Program (DJP) látja el. A Magyarországi Drón Koalíció az Innovációs és Technológiai Minisztérium, a Széchenyi István Egyetem, a Budapesti

Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, valamint a HungaroControl Zrt. kezdeményezésére alakult meg 2021. május 4-én. Alapító tagjai között – amelyek száma meghaladja a hatvanat – minisztériumok, háttérintézmények és érdekképviselői szervek, valamint akadémiai és iparági szereplők egyaránt megtalálhatók. A Magyarországi Drón Koalíció alapvető célja, hogy közreműködjön a megfelelő jogszabályi keretrendszer kialakításában, és támogassa a pilóta nélküli légi járművek, illetve az azokon alapuló technológiák alkalmazási területén működő hazai vállalkozásokat, ipari szereplőket. Célja, hogy hazánk az UAV-k használata terén mihamarabb a világ élvonalba kerüljön. Az egységes európai uniós jogszabály néhány éve már létrejött és számos területet szabályoz, de sok kérdést tagállami hatáskörben tart. Ezek kidolgozása is a Drón Koalíció feladata. További célja, hogy a magyar vállalkozások nagy arányban vegyenek részt pilóta nélküli légi járművek fejlesztésében és gyártásában, egyetemi vagy nemzetközi partnerségben. [24]

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [19] Hang Leong Lim, „Network payload integration for the Scan-Eagle UAV”, (Naval Postgraduate School, Monterey, California, thesis, 2007). https://calhoun.nps.edu/bitstream/handle/10945/3117/07Dec_Lim_Han.pdf?sequence=1&isAllowed=y (Letöltve: 2022.1.12.);
- [20] Joel Grasmeyer, Matthew Keennon „Development of the Black Widow Micro Air Vehicle,” *American Institute of Aeronautics and Astronautics, AIAA-2001-0127*, <https://doi.org/10.2514/6.2001-127>;
- [21] Dávid Szirczák, Dániel Rohács „Automated Conflict Management Framework Development for Autonomous Aerial and Ground Vehicles. *Energies* 2021. 14, 8344. <https://doi.org/10.3390/en1424834>;
- [22] Dinh Dung Nguyen, Jozsef Rohacs, Daniel Rohacs „Autonomous Flight Trajectory Control System for Drones in Smart City Traffic Management”, *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 2021. 10, 338. <https://doi.org/10.3390/ijgi10050338>;
- [23] Palik, Mátyás (szerk.), *Légiközlekedés-biztonsági kutatások*, (Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem 2021);
- [24] Mi a Drón Koalíció? <https://dronkoalicio.kti.hu/rolunk/> (Letöltve: 2022.5.4.);
- [25] Forrás: <https://defense-update.com/wp-content/uploads/2011/09/Black-Widow-Micro-UAV.jpg>.

JEGYZETEK

- 6 A transzponder a repülésben használt radar-válaszjeladó megnevezése, amely név az angol transmit (továbbit, sugároz) és responder (válaszadó) szavak összevonásából származik. A C módú válaszjeladók azonosító kódjukon kívül magasságadatot is sugároznak. (A szerk.)

Haditechnika magazint már olvashatja a laptapir.hu weboldalon is!

Letöltheti táblagépre, okostelefonra, így bárhol, bármikor elérí.

