

Gajdács László

Pilóta nélküli légi járművek megjelenési gyakoriságának vizsgálata

Ma már szinte nem találni olyan személyt, aki ne hallott volna pilóta nélküli repülőgépekről, vagy közismertebb nevükön a drónokról. Egyre intenzívebb jelenlétük az élet számos területén érzékelhető. A 21. század egyik nagy kihívása, hogy milyen módon és miként tudjuk ezeket a légi járműveket integrálni a hagyományos légi közlekedés rendszerébe. Megjelenési gyakoriságuk vizsgálatából képet kaphatunk arról, hogy ezek a pilóta nélküli légi járművek milyen gyakran és milyen magasságokban fordulnak elő leginkább. A cikkben ennek a vizsgálatnak az eredményeit kívánom bemutatni.

Kulcsszavak: drón, légi közlekedés, incidens, magasság, gyakoriság

1. Bevezetés

A pilóta nélküli légi járművek megjelenési gyakoriságának vizsgálata – megítélésem szerint – nem egyszerű feladat. A gyártóknak a különféle egyéni igényeknek megfelelően egyre szélesebb a termékkínálatuk. A különböző kialakításból és szerkezeti felépítésből adódóan, használatuk köre igen szerteágazó. Az egyes típusok, rendszerek különböző technikai jellemzői azonban behatárolják felhasználásukat. Létezik egy nagyon fontos közös jellemző típustól és kialakítástól függetlenül, nevezetesen, hogy a működésükhöz szükséges információkat a környezetükből nyerik, majd ezt követően az adatfeldolgozás folyamán különböző fedélzeti és földi rendszerek számára szolgáltatnak információkat.

Váratlan megjelenésük esetszámokkal igazolható, amely adatok világszerte eltérők. Vannak alacsonyabb esetszámmal rendelkező országok, közöttük Magyarország, és vannak nagyon magas esetszámmal rendelkező országok, mint például az Amerikai Egyesült Államok.

A publikáció fő célja, hogy megvizsgálja azt a leginkább érintett területet a légtérben, amelyben a legintenzívebb a pilóta nélküli légi járművek működése [10].

A repülés vonatkozásában a drónok váratlan megjelenésükkel komoly kockázatot jelentenek például repülőterek légi oldalán (*air side*) vagy területén, ahol a légi járművek közlekednek, beleértve a fel- és leszállást, illetve az ezek megvalósításához, biztosításához szükséges földi oldalon is, ahová mindazon repülőtéri elemeket soroljuk – leszállópályák, gurulóutak stb. –, amelyek a légi járművek földön való biztonságos mozgatásához szükségesek [13].

Így feltételezhetően a légi forgalomban részt vevő, pilótával vezetett légi járművek szempontjából sehol nem szerencsés a drónok váratlan megjelenése, hiszen azok helyükből, illetve

tevékenységükből adódóan különböző kockázati értéket képviselnek, amelynek következménye különböző mértékű és súlyosságú lehet. A vizsgálat fő kérdése, hogy melyik az a magasságtartomány, ahol a legnagyobb gyakorisággal fordulnak elő a drónok, veszélyeztetve az egyéb légtérhasználókat, nevezetesen a pilótával vezetett légi járművek biztonságát.

2. Drónincidensek hatásai a repülés közvetlen és közvetett környezetére

A következőkben bemutatok néhány megtörtént esetet, amelyek nemcsak komoly fennakadást okoztak a légi forgalmi irányításban, hanem jelentős anyagi következményeket is vontak maguk után.

Ezek az esetek jól bemutatják, hogy a drónok váratlan megjelenéseinek milyen hatása lehet például egy repülőtér mindennapi életére. Az eseményeket és azok adatait vizsgálva megkülönböztethetünk incidenseket a megjelenésük kockázati értékének mértéke alapján:

- különös kockázattal járó területek – ilyenek a különböző kritikusinfrastruktúra-létesítmények és -rendszerek – például a repülőterek és annak közvetlen környezete;
- egyéb területek, mint például mezőgazdasági területek.

Elsőként nézzük meg a 2018-as London-Gatwick esetet, amely talán precedensértékű az érintett témát illetően. 2018 decemberében történt egy eseménysorozat, amely kellően felkeltette az illetékes hatóságok figyelmét. Három nap leforgása alatt 115 drónnal végrehajtott repülést regisztráltak a repülőtér közvetlen környezetében, amelyek gyakorlatilag megbénították a repülőtér légi forgalmát. A mintegy 33 órán át tartó eseménysorozat folyamán körülbelül 1000 járatot kellett törölni, ami közvetlenül mintegy 140 000 utast érintett.

De nem ez volt az egyetlen eset, amely komoly fennakadást okozott. 2020. február 3-án Európa egyik legforgalmasabb repülőtere a madridi Barajas is működésképtelenné vált dróntevékenység miatt. A német légi forgalmi irányításért felelős szervezet (DFS¹) 2015 óta több mint 500 hasonló esetről számolt be [2].

2.1. Pilóta nélküli légi járművek megjelenési gyakoriságának vizsgálata

Légi járművekkel előforduló bármilyen interakció esetén nagyon fontos a megelőzés, amihez szükséges ismernünk a repülésbiztonsági kockázatokat. Ennek megismeréséhez első lépésként fel kell ismerni a veszélyeket. Ez lehet minden olyan tényező vagy körülmény, amely hozzájárulhat egy repülőesemény bekövetkezéséhez. A veszélyeket a repülés magában hordozza, ezért ismernünk kell a veszélyek nagyságát, súlyosságát és a bekövetkezés valószínűségét. Ezek együttesen képezik a kockázatkezelés alapjait. Ezen túlmenően ismernünk kell a veszélyeztetettség mértékét, amely megmutatja, mennyire van kitéve a repülőeszköz és annak személyzete a lehetséges veszélyeknek [3].

A drónok repülésük folyamán üzemmódjuktól függetlenül számos veszélyforrást hordoznak magukban.

¹ Deutsche Flugsicherung GmbH, a németországi légi forgalmi irányításért felelős szervezet.

Biztonságos felhasználásukat az alábbi tényezők nagymértékben befolyásolják:

- jogi szabályozás, illetve annak betartása vagy be nem tartása;
- műszaki megoldások, esetleg azok hiánya;
- a repülést befolyásoló időjárási körülmények;
- emberi tényező szerepe;
- egyéb, nem ismert körülmények [6].

Drónok üzemeltetését illetően a legnagyobb felelősség a drónt irányító személyen van. Az ő felelőssége alapvetően határozza meg a repülések végkimenetelét attól függően, hogy milyen szándékkal, hol és milyen célból repteti drónját, továbbá rendelkezik-e a szükséges engedélyekkel és információkkal a repülés környezetével kapcsolatosan (például eseti légtérengevény és időjárási adatok megléte).

A drónok jellemzően váratlanul jelennek meg a légtér valamely szegmensében, nem kis meglepetést okozva ezzel. Az észlelésüket követően pozíciójuk dinamikusan változhat, ami azt jelenti, hogy komoly kockázatot képviselnek az egyéb légtérfelhasználókra. Méretükből adódóan gyakran nehezen érzékelhetők, emiatt nehezen ismerhetők fel.

2.2. Drónok hatása a polgári repülésre és annak környezetére

A drónok váratlan megjelenési vizsgálatával kapcsolatban számos közös jellemző felismerhető:

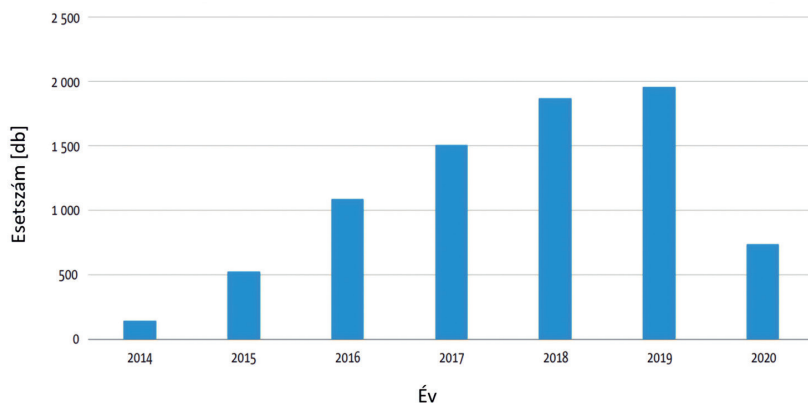
- a kereskedelmi forgalomban elérhető drónok elérhetik akár a 200 km/h-s sebességet is;
- megjelenésük pillanatától dinamikusan változik, változhat a pozíciójuk;
- sebességükből adódóan a „külvilágból” a veszélyeztetett vagy tiltott terület felé akár néhány perc alatt is megérkezhetnek;
- beazonosításuk még meglehetősen nehézkes, és sok esetben emberi észrevétel alapján érzékelik jelenlétüket [12].

A drónok szabályozásában megkülönböztetünk különféle kategóriákat: nyílt, speciális és engedélyköteles. A különböző kategóriákhoz, különböző képesítés megléte szükséges (A1, A2, A3 vizsgatípusok). Továbbá ahhoz, hogy repültetni lehessen ezeket a légi járműveket, előzetesen regisztrálni is kell őket, ami alapvetően az eszköz nyilvántartásba vételét jelenti (kivéve a játék kategóriába tartozó drónok). Egy másik megközelítésben megkülönböztethetünk kész termékeket, amelyek jelenleg elérhetők a piacon, és az egyéb házi építésű termékeket. A jogszabállyal ellentétes drónhasználat/-repültetés, -üzemeltetés nagyobb kihívást jelent a hatósági szerveknek, mivel ezeknek a drónoknak a létszámáról, méreteiről csak csekély információ áll rendelkezésükre.

Azonban fontos megjegyezni, hogy az a személy is, aki „legálisan drónozik”, és aki egyben rendelkezik a szükséges jogosultságokkal (különféle engedélyekkel), ő is átsodródhat olyan tiltott területekre, ahol tevékenységével komoly veszélyforrást jelenthet az abban a környezetben, illetve területen közlekedő légi járművekre. Továbbá problémát okoz a drónokra és üzemeltetőire vonatkozó jogszabályok alkalmazásának betartása és betartatása, illetve a drónok a hagyományos légtérszerkezetbe való integrálása.

A drónok észlelése egyre magasabb esetszámokat mutat nemcsak az Amerikai Egyesült Államokban, hanem Európa-szerte is. Statisztikai adatok igazolják, hogy a tíz legnagyobb

európai repülőtéren egy futópálya körülbelül 30 perces lezárása hozzávetőlegesen mintegy 120–190 millió forintos költséget vonhat maga után. Így ennek hatása nemcsak közvetlen a repülésben részt vevő cégekre és szervezetekre korlátozódik, hanem tágabb értelemben számos iparágra, közöttük a dróniparra is kihathat (például alkatrészszállítás). Ezért nem csak a repülési közösség érdeke, hogy foglalkozzon ezzel az igazán komoly problémával és annak megoldási lehetőségeivel. Az 1. ábrán az EASA² által összesített esetek számát tekinthetjük meg, amelyek lehetnek szimplán a fedélzetről észlelt esetek, veszélyes megközelítések, vagy adott esetben ütközések is.



1. ábra

Drónincidensek számának alakulása repülőterek környezetében [2]

Az ábrán összesített információ jelenik meg a tekintetben, hogy éves bontásban milyen esetszámokat rögzítettek hivatalosan. Az adatok 2014-től kezdődően 2020-ig tartalmazzák az incidensek számát Európa-szerte. Az ábra – a 2020-as évet kivéve – jól szemlélteti az egyre növekvő tendenciát a drónok nem megfelelő helyen és módon való használatát illetően. A 2020-as visszaesés valószínűsíthető oka a Covid-világjárvány megjelenése. Az esetek száma további aggodalomra adhat okot, amit természetesen kezelni kell nemcsak napjainkban, hanem a jövőben is [2].

Ennek kapcsán az Európai Unió cselekvési tervet fogalmazott meg, amelynek legfőbb célja a repülésben részt vevők biztonságának garantálása. Ennek a projektnek a részét képezi a repülőterek felkészítése, különösen az engedély nélkül tevékenykedő, véletlenszerűen felbukkanó drónok használatából adódó kockázatok mérséklésére. Az EPAS,³ a *The European Plan for Aviation Safety 2021–2025* című dokumentum egy többlépcsős cselekvési terv, amely többek között meghatározza a légi közlekedést érintő főbb kockázati tényezőket és az erre vonatkozó intézkedéseket [4].

A repülőterek dróneseményeinek vizsgálatával az EASA főként az engedély nélkül tevékenykedő drónok ellen kíván fellépni a kulcsfontosságú szereplők bevonásával, a repülőterek üzemeltetőinek segítségével az alábbi célok megvalósítása érdekében:

² European Union Aviation Safety Agency – Európai Unió Repülésbiztonsági Ügynöksége.

³ European Plan for Aviation Safety – Európai Repülésbiztonsági Terv.

- információgyűjtés, érzellesek különböző módszereinek vizsgálatával;
- kockázatértékelés a repülőterek biztonsági szempontjainak felhasználásával;
- információfeldolgozás, majd -megosztás az egyes incidenseket követően;
- az esetekből levont tanulságokat követően válaszlépések megtétele;
- a repülőter üzemeltetésében kulcsfontosságú szerepet betöltő személyzet képzése.

Az előzőekben ismertetett tervek fő célja, hogy a különféle intézkedések bevezetésével, fenntartásával és a különböző folyamatok állandó fejlesztésével elkerülhető legyen a légtér vagy futópálya ideiglenes zárása, ennek lehetőségei csak a legvégső esetben érvényesülnének [2].

A különféle drónos tevékenységet folytatók esetében alapvetően három kategóriát, „szándékot” különböztetünk meg:

1. „nem negatív vagy nem ártó szándék”, nem tudatosan jogsértő magatartás, gondatlan felhasználók;
2. „negatív vagy ártó szándék”, előre megfontolt szándékkal, tudatosan eltervezett tevékenység;
3. „bűnözők vagy terroristák által képviselt ártó szándék”, előre elhatározott, tudatosan megtervezett tevékenység.

A „nem negatív vagy nem ártó” szándékkal elkövetett eseteknél a felkészületlen egyének hanyagsága, illetve nemtörődömsége jellemezi leginkább az elkövetett cselekedeteket. Alapvetően nem tudják, vagy nem akarják ismerni a rájuk vonatkozó szabályokat, ellenben szándékuk nem ártó vagy káros, nem céljuk, hogy megzavarják a polgári légi közlekedésben részt vevő szereplőket.

A gondatlan cselekedet esetében az érintett személyek ismerik a rájuk vonatkozó jogszabályokat, de különböző okok miatt megszegik azokat, így mondhatjuk róluk azt, hogy ezek a személyek ilyenkor gondatlanul cselekednek, például drónt reptetnek tiltott területen. Nekik szintén nem áll szándékukban megzavarni a polgári repülést.

A „negatív vagy ártó”, adott esetben előre megfontolt szándékkal elkövetett tevékenységek hátterében személyes vagy szakmai haszonszerzés állhat, cselekedeteikkel viszont ők már veszélyesnek mondhatók a repülés különféle szegmenseire. Fontos megemlíteni, hogy tetteikkel nem áll szándékukban az emberi életet és javakat veszélyeztetni, azonban komoly veszélyforrást jelenthetnek a repülés környezetére és annak résztvevőire.

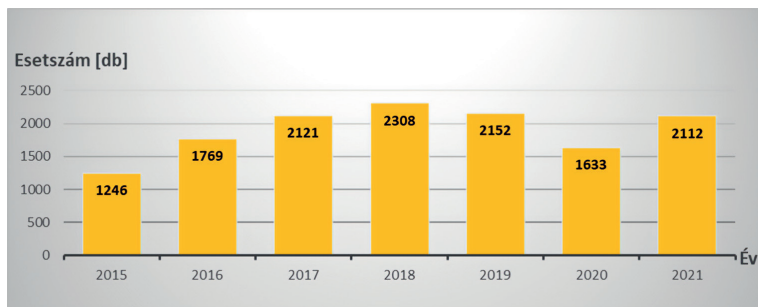
A harmadik esetben, vagyis bűnözők vagy terroristák által elkövetett cselekmények hátterében is a szándékosság áll, hasonlóan, mint az előző csoportban. Ezeknek az embereknek a célja, hogy különféle személyek vagy szervezetek ellen olyan cselekményeket hajtsanak végre, amelyeket sok esetben az emberi élet sérelmére követnek el [2].

3. Drónincidensek az FAA⁴ jelentései alapján

Az Amerikai Egyesült Államok Szövetségi Légügyi Hivatalának (FAA) jelentéseiből is kiténik az egyre növekvő drónincidensek száma. A pilóta nélküli repülőgépek megjelenését folyamatosan rögzíti, elemzi és nyilvántartja a szervezet, amelyről negyedévente jelentést tesz közzé.

⁴ Federal Aviation Administration – Szövetségi Légügyi Hivatal.

Az eseteket alapvetően kis- és nagygépes repülőgép-vezetők jelentik, amelyek részletei bekerülnek egy rendszerbe, majd megkezdődik az esetek kategorizálása, besorolása, illetve vizsgálata. A 2. ábrán az esetek növekvő száma látható éves bontásban.



2. ábra

Drónészlelések száma az Egyesült Államokban 2015–2021 (a szerző [12] alapján)

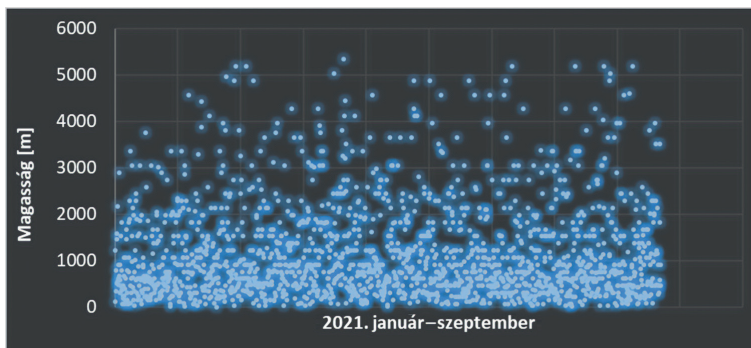
A vizsgált 2021-es év kilenc hónapnyi statisztikai adata állt rendelkezésemre a téma megírásakor. Ezen adatok mennyiségéből is jól megfigyelhető az esetszámok növekedése az előző évekhez viszonyítva.

A 2021-es év végi statisztikai adatok alapján az Amerikai Egyesült Államokban 863 071 db drónt regisztráltak a tulajdonosok, illetve az üzemeltetők december 20-ig. Ez óriási szám, azonban vélhetően nem fedi le a valós dróntársadalom teljes létszámát, hiszen sokan vannak, akik nem regisztrálják drónjukat, így azok „láthatatlanul” tevékenykednek, de emellett láthatóan megjelennek a légi közlekedésben részt vevők számára. Mindkét csoport, a regisztrált és nem regisztrált felhasználók együttesen képezik az incidensek alapját [5].

3.1. Drónok megjelenésének repülési magasság szerinti vizsgálata

Az FAA adatai alapján a következőkben megvizsgálom, milyen magasságokban a leggyakrabban a drónok jelenléte. Ehhez a 2021-es év statisztikai adatait használtam fel. Ez idő alatt mintegy 1962 incidenst rögzítettek és dolgoztak fel. Ez az adat nem egyezik meg a 2. ábrán közölt 2021-es évi adatokkal. Az eltérést az okozza, hogy néhány, a hatóság által közzétett esethez nem voltak rögzítve magassági adatok, így azok számomra nem voltak feldolgozhatók és kiértékelhetők.

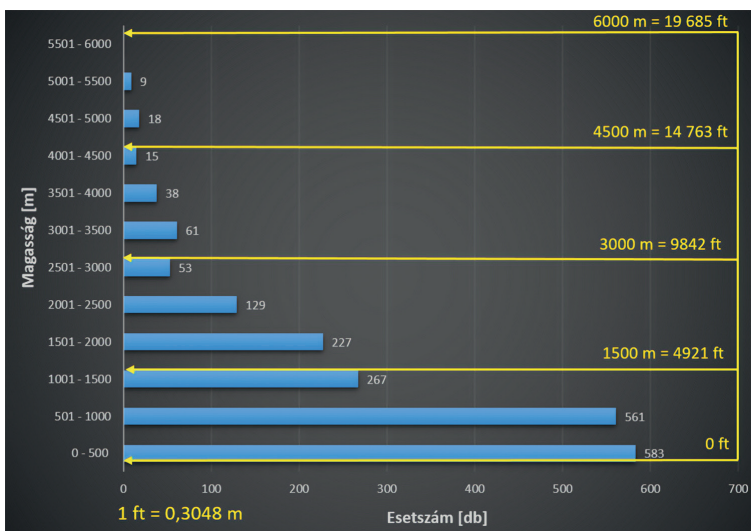
A 3. ábrán a 2021-es év szeptember végéig megtörtént adatok mennyisége látható.



3. ábra

Drónok megjelenése 2021. január–szeptember közötti időszakban (a szerző [12] alapján)

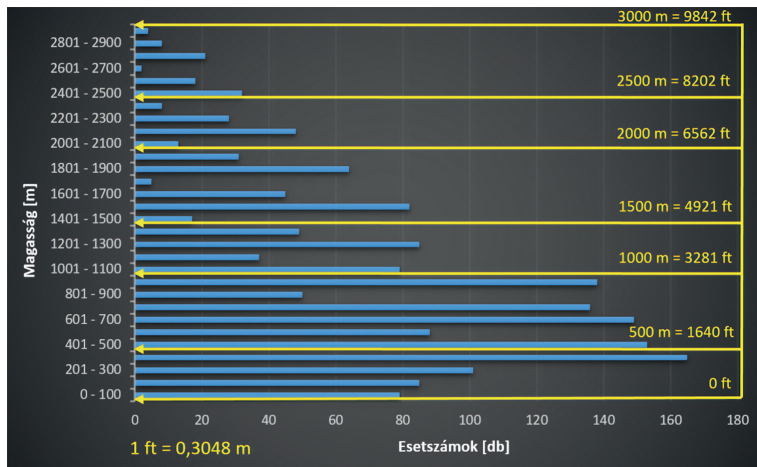
Látható módon csak ebben a tárgyévben is nagyon sok adatot kellett feldolgoznia az érintett hatósági szervnek. Ahhoz azonban, hogy pontosabb képet kapjunk arról, hogy a pilóta nélküli légi járművek milyen magasságokon jelennek meg a leggyakrabban, tovább kell bontani a meglévő adatokat. A 4. ábrán 6000 m magasságig vizsgáltam meg 500 m-es tartományokban az esetek számát.



4. ábra

Drónok megjelenése 500 m-es részekre bontva 6000 m magasságig (a szerző [12] alapján)

Ezen adatok jól szemléltetik, hogy a drónok 2500 m alatt jelennek meg leggyakrabban. Az adatok pontosítása és tervezett következtetések levonása érdekében bontsuk szét a meglévő adatokat 100 m-es tartományokra, amit 3000 m-ig bezárólag vizsgálók (5. ábra).



5. ábra

Drónok megjelenése 100 m-es részekre bontva 3000 m magasságig (a szerző [12])

Az adatokat elemezve azt tapasztaljuk, hogy a drónok gyakorisága szűkebb értelemben 1000 m alá esik, tágabb értelemben is hozzávetőlegesen 2500 m alá tehető.

3.2. Az incidensekben érintett pilóta nélküli légi járművek vizsgálata

A vizsgálathoz először ketté kell választanunk a rendelkezésre álló technika adta lehetőségeket, azaz milyen típusú drónokkal érhetők el a vizsgált magasságok?

A drónos repülések az alábbi drónkategóriákkal valósíthatók meg:

- házilag gyártott típusokkal;
- a kereskedelmi forgalomban kapható típusokkal;
- az interneten elérhető és megvásárolható típusokkal.

A legnagyobb problémát az első és harmadik kategória adja, hiszen az ezekben foglalt különböző típusokról nincsenek, vagy csak csekély információi vannak az érintett szervezeteknek. Így elsősorban ez a két kategória képezi az ismeretlen kockázatot a drónok használata során.

A 6. ábrán az Egyesült Államokban elérhető legismertebb dróngyártók piaci megoszlása látható.



6. ábra

A drónok piaci részesedésének megoszlása az Egyesült Államokban (a szerző [9] alapján)

A következőkben a legnagyobb gyártók, a DJI, az Intel, a Yuneec és a Parrot legismertebb típusainak műszaki paramétereit vizsgálom meg annak érdekében, hogy képet kapjunk arról, milyen eszközökkel érhetők el a korábbiakban vizsgált magasságok.

Természetesen nem lehet teljes körű vizsgálatot tenni az elérhető típusokkal, hiszen ahogy korábban már említettem, ezek csak egy részét képezik a technika adta tárháznak. A másik része az elérhető eszközöknek egyrészt a házilag készített típusok – amelyeknek száma és méretei ismeretlenek –, illetve az ezekhez megrendelhető alkatrészeket az online téből szerzik be, majd használják fel. Harmadrészt pedig az online kereskedelemben elérhető kevésbé ismert márkák és típusok, amelyek nem rendelkeznek különféle tanúsítványokkal, így megbízhatóságuk sok esetben megkérdőjelezhető.

Az 1. táblázatban az Egyesült Államokban kereskedelmi forgalomban kapható legszélesebb körben elérhető típusok maximális hatótávolságra vonatkozó paramétereit gyűjtöttem össze. Azonban ehhez figyelembe kell még vennünk az egyes típusok tengerszint feletti elérhető legnagyobb távolságát a felszállási ponttól. Ez az elérhető távolság nem egyezik meg a rádiókontroller és/vagy a földi irányító állomás által biztosítható hatótávolsággal.

1. táblázat
Drónok hatótávolság-adatainak összevetése (a szerző [9] alapján)

| Gyártó | Típus | Maximális hatótávolság |
|--------|--------------------|------------------------|
| DJI | Inspire 1 | 5000 m |
| | Inspire 2 | 7000 m |
| | Matrice 210 | 8000 m |
| | Matrice 300 | 10000 m |
| | Matrice 600 | 5000 m |
| | Mavic Mini/Air | 4000 m |
| | Mavic Pro | 7000 m |
| | Mavic 2 Pro | 8000 m |
| | Phantom 3 Stand | 1000 m |
| | Phantom 3 Adv/Prof | 5000 m |
| | Phantom 4 Specs | 5000 m |
| | Phantom 4 Pro | 7000 m |
| | Yuneec | Typhoon H/ Pro / RS |
| Intel | Falcon 8+ | 1000 m |
| Parrot | Anafi | 4000 m |
| | Bebop 2/Pro | 2000 m |

A teljesség igénye nélkül az 1. táblázatban a leginkább elérhető típusokat gyűjtöttem össze, amelyek természetesen nem csak az Egyesült Államokban érhetők el. A probléma az, hogy ezek az ismert, a gyártók által a felhasználók számára előállított és forgalmazott típusok, de ennél jóval nagyobb a kínálat a piacon, köszönhetően főként az internetes rendeléseknek és vásárlásoknak.

3.3. Drónok a magyar légtérben

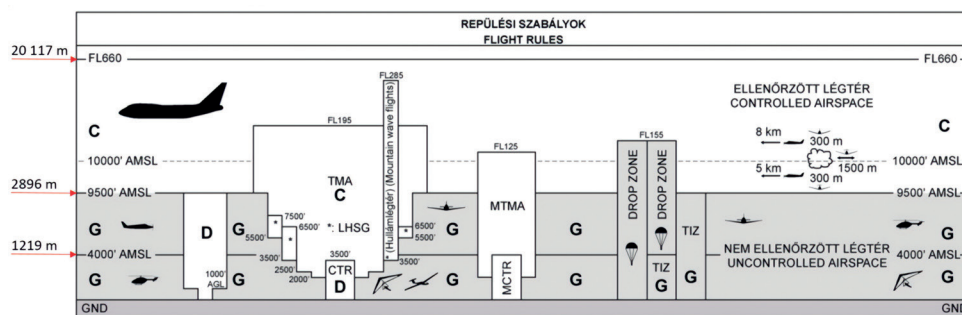
A további vizsgálathoz nézzük meg, hogy az egységes légtérben milyen magasságokban milyen légtérfelhasználók jelennek meg. A magyar légtér a „Magyarország feletti légtérnek a légi közlekedés számára – a mindenkor legfejlettebb technikai színvonal alapján – fizikailag igénybe vehető magasságig terjedő része”, ami jelenleg FL660 (*Flight Level*) és ami 20 117 m magasságnak felel meg [1, 71. § 32]. Ez a magasságtartomány többféle légtér csoportra van felosztva, azok felhasználásához kapcsolódó szabályok és korlátozások alapján. Alapvetően két nagy légtér részt különböztetünk meg: az egyik az ellenőrzött, a másik a nem ellenőrzött légtér. Ezeket a légtereket a légi járművek a légi közlekedés céljára használhatják azzal a különbséggel, hogy az előbbi esetén a légtér igénybeviteléhez ATC⁵-engedély szükséges, továbbá a 56/2016 NFM rendeletben előírt felszereltségi követelmény, mint például kétoldalú rádiókapcsolat szükséges, az utóbbinál pedig az általános repülési szabályok betartása mellett a légi jármű vezetője saját felelősségére közlekedik. A felsorolt légtérekben belül az adott helyszínhez kapcsolódó korlátozások tekintetében megkülönböztetünk többek között veszélyes, korlátozott, időszakosan korlátozott, illetve tiltott légtereket.

⁵ *Air Traffic Control*: légi forgalmi irányítás.

A drónok légtérbe integrálásának folyamán három fő cél követendő:

- jelenlétükkel nem veszélyeztethetik a többi légtérfelhasználót;
- a pilóta nélküli légi járművek működésével kapcsolatban bevezetett eljárásoknak összhangban kell lenni a már meglévő eljárásokkal, eljárásrendekkel;
- a drónok tevékenységeinek átláthatónak kell lenni az ATC irányítói számára [7].

A magyar légtér sematikus felosztása és szerkezete a 7. ábrán látható.



7. ábra

A magyar légtér szerkezet felépítése (a szerző [8] alapján)

A magyar légtérben is az ICAO⁶ ATS⁷ légtér osztályozás alapján sorolták be a légi közlekedés számára igénybe vehető légtereket. E szerint Magyarországon megkülönböztetünk „C”, „D” és „G” osztályú légtereket, amelyek részletes bemutatása és felosztása a 7. ábrán látható.

Az ellenőrzött légterek C vagy D osztályba tartoznak, és magukban foglalják:

- a repülőtéri irányítói körzeteket, amelyek lehetnek polgáriak (CTR⁸) vagy katonaiak (MCTR⁹);
- a közelkörzeti irányítói körzeteket, amelyek ugyancsak polgáriak (TMA¹⁰) és katonaiak (MTMA¹¹) lehetnek;
- és az egyéb polgári irányítói körzeteket (CTA¹²).

A nem ellenőrzött légtereket G osztályba soroljuk.

A magyar légtérben a speciális légtérfelhasználásra (jellemzően a légi közlekedés biztonságára veszélyt jelentő események, tevékenységek, például tűzijáték, repülősport-rendezvény, katonai gyakorlat, ejtőernyős bemutatók, vagy például a pilóta nélküli légi járművekkel végrehajtott repülések stb.) eseti légteret jelölhetnek ki, amelyet igényelni kell. Ahogy a nevéből is következtetni lehet, a légteret csak határozott időre, esetleg lehet igényelni [11].

⁶ International Civil Aviation Organization: Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet.

⁷ Air Traffic Services: légi forgalmi szolgálatok.

⁸ Controlled Traffic Region: ellenőrzött polgári irányítói körzet.

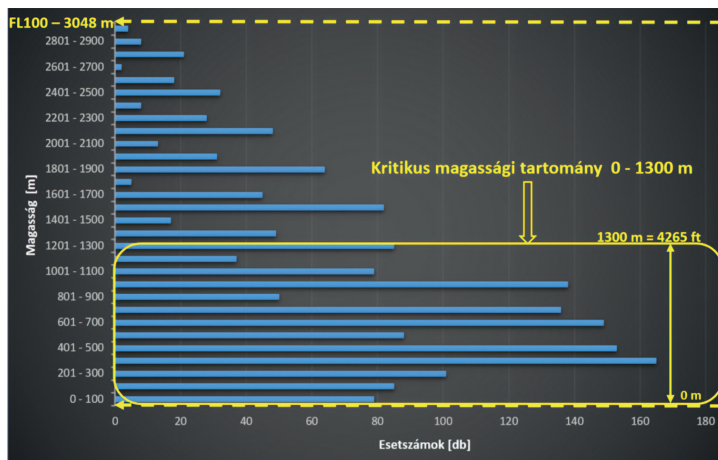
⁹ Military Controlled Traffic Region: ellenőrzött katonai irányítói körzet.

¹⁰ Terminal Manoeuvring Area: terminálirányítási terület.

¹¹ Military Terminal Manoeuvring Area: katonai terminálirányítási terület.

¹² Control Area: a repülőtér közelében található ellenőrzött légtér térfogata.

Mivel a magyar légtér nem ellenőrzött része az, ahol a legtöbb pilóta nélküli repülés jelenleg előfordul, és felhasználását tekintve széles skálán mozog azoknak a hagyományos légi járművekkel végrehajtott repüléseknek a köre, amelyek itt előfordulnak, a vizsgálatom tárgyát képező alapadatok az FL 100 (3048 m) alatti tartományban találhatóak. Ebben a magassági tartományban voltak leginkább észlelhetők a drónok a vizsgált időszakban, amely adatok összesítése a 8. ábrán látható.



8. ábra

Kritikus magassági tartomány szemléltetése (a szerző [12] alapján)

A vizsgálatból megállapíthatjuk, hogy a drónok legintenzívebb jelenléte a 8. ábrán is feltüntetett mintegy 0–1300 m közötti magasságtartományban valósul meg. Ennek az adatnak, egyben információnak megítélésem szerint nagyon fontos mögöttes tartalma és egyben közlendője van:

- megállapítható, hogy a pilóta nélküli légi járművek a magyar légtér szerkezet alsó részében szinte bárhol és bármikor megjelenhetnek;
- továbbá a jelenlegi technológiák adta lehetőségeknek köszönhetően a vizsgált, úgynevezett kritikus magassági tartomány könnyen elérhető a drónok számára (lásd 1. táblázat);
- ebben a magasságtartományban közlekednek leggyakrabban különböző típusú kis méretű repülőgépek;
- továbbá szintén megjelennek ebben a vizsgált (kritikus) tartományban a kereskedelmi célú nagygépes repülőjáratok fel- és leszálláskor;
- különösen veszélyeztetett területek közé tartoznak a repülőterek mint kritikus infrastruktúrák, ahol a járatok forgalmát jelentősen zavarni, akadályoztatni adott esetben bizonyos ideig működésképtelenné lehet tenni a pilóta nélküli légi járművekkel.

4. Konklúzió

A drónok egyre növekvő számú jelenléte világszerte érezhető az élet számos területén. A cikkben alapvetően egy viszonylag nagy adatbázisnak egy kis szeletét vizsgáltam meg. Az adatok feldolgozásából adódóan több eredmény született. Egyrészt megállapítottam, hogy egyre nagyobb számban valósulnak meg drónos tevékenységek, másrészt eredmény született a tekintetben, hogy ezekkel a speciális légi járművekkel végrehajtott repülések milyen magasságokban valósulnak meg a leggyakrabban napjainkban. Természetesen szabálytalan jelenlétükkel különböző végkimenetelű és súlyosságú események következhetnek be, attól függően, hogy a tevékenységük milyen közel van egy másik légi járműhöz. Ezeknek a vizsgálatát a jövőben szándékozom megvalósítani, majd ezt követően beszámolni az elért eredményekről.

Felhasznált irodalom

- [1] 1995. évi XCVII. törvény a légiközlekedésről. Online: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?-docid=99500097.tv>
- [2] European Union Aviation Safety Agency, *Drone Incident Management at Aerodromes*. Germany, 2021. Online: www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/drone_incident_management_at_aerodromes_part1_website_suitable.pdf
- [3] Dudás Z., „Az információ fontossága a repülésbiztonságban,” *Repüléstudományi Közlemények*, 17. évf. 2. sz. pp. 1–10. 2005. Online: www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2005_cikkek/dudas_zoltan.pdf
- [4] European Union Aviation Safety Agency, *The European Plan for Aviation Safety (EPAS 2021–2025)*. 2020. december 23. Online: www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/epas_2021_2025_vol_one_final.pdf
- [5] Federal Aviation Administration, *Drones by the Numbers*. 2021. Online: www.faa.gov/uas/resources/by_the_numbers/
- [6] Gajdács L., Major G., „Az UAV alkalmazásának kockázatai a biztonságtechnika területén,” *Repüléstudományi Közlemények*, 30. évf. 2. sz. pp. 101–112. 2018. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/reptudkoz/article/view/4342/3548>
- [7] Gajdács L., Palik M., Dudás Z., „Drónok és hagyományos légi járművek közös légtérben történő alkalmazásának repülésbiztonsági kockázatai,” *Repüléstudományi Közlemények*, 33. évf. 1. sz. pp. 157–170. 2021. Online: <https://doi.org/10.32560/rk.2021.1.12>
- [8] HungaroControl, *Légi forgalmi térkép, ICAO 1:500 000*. Online: <https://ais.hungarocontrol.hu/aip/>
- [9] L. Schroth, „Drone Market Shares in the USA after China-US Disputes,” *Drone Industry Insights*, 2021. március 2. Online: <https://droneii.com/drone-market-shares-usa-after-china-usa-disputes>
- [10] Major G., Csóré A., „A pilóta nélküli légi járművek (UAV) evolúciója,” *Repüléstudományi Közlemények*, 33. évf. 1. sz. pp. 171–191. 2021. Online: <https://doi.org/10.32560/rk.2021.1.13>
- [11] Palik M., *A repülésirányítás alapjai*. Budapest, Dialóg Campus Kiadó, 2018.
- [12] Federal Aviation Administration, *UAS Sightings Report*. 2021. Online: www.faa.gov/uas/resources/public_records/uas_sightings_report/

- [13] Vas T., Palik M., Nagy G., „Pilóta nélküli légi járművek repülőterekről történő alkalmazása,” *Honvédségi Szemle*, 144. évf. 1. sz. pp. 73–82. 2016.

Analysis of the Frequency of Appearance of Unmanned Aerial Vehicles

Nowadays, almost everyone heard about unmanned aerial vehicles or drones. Their presence is increasingly felt in many areas of life. One of the great challenges of the 21st century is how to integrate these aircrafts into the conventional air transport system. By examining the frequency of their appearance, we can get an idea of how often and at what altitudes these drones are most likely to occur, regardless of continent and country. In this article, the author intends to present the results of this study.

Keywords: *drone, air transport, incident, altitude, frequency*

Gajdács László, MSc
főhadnagy, tanársegéd
Nemzeti Közszolgálati Egyetem
Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar
Repülőfedélzeti Rendszerek Tanszék

gajdac.laszlo@uni-nke.hu
orcid.org/0000-0003-2334-6859

László Gajdács, MSc
First Lieutenant, Assistant Lecturer
University of Public Service
Faculty of Military Science and Officer
Training
Department of Aircraft Onboard Systems
gajdac.laszlo@uni-nke.hu
orcid.org/0000-0003-2334-6859
