

36. Országos Tudományos Diákköri Konferencia
Had- és Rendészettudományi Szekció
Budapest, 2023. április 18-20.
Nemzeti Közszolgálati Egyetem
Rendészettudományi Kar

Munkadrónok integrálása a repülőtér forgalmába

2023. január

Tartalom

A drónok jogszabályi háttere Magyarországon.....	3
A légiközlekedés napjainkban	7
A drónok jelenlegi helyzete a repülőtér kontextusában.....	8
1. A repülőtéri forgalomszervezés és szabályzók.....	8
1.1 Drón légterek a repülőtér területén	10
1.1.1 Az „A” kategóriás drón légtér.....	11
1.1.2 A „B” kategóriás drón légtér.....	11
1.1.3 A C kategóriás drón légtér	12
1.2 A drón légterekbe történő belépés.....	13
1.3 A drón légterek létrehozása és kivitelezése	14
1.3.1 A kivitelezés folyamata.....	17
1.4 Elsőbbségi esetek	18
1.5 Zárt légtérrészek	19
2. A munkadrónok alkalmazásának lehetősége a repülőtér területén	19
2.1.1 Meteorológiai feladatok	20
2.1.2 Biztonsági feladatok	20
2.1.3 Futópálya állapotfelmérési feladatok	21
2.1.4 Jégtelenítés és repülés előtti átvizsgálás	22
2.1.5 Tűzoltási feladatok a repülőtér területén	23
2.1.6 Kalibráló repülések	24
Összegzés.....	26
Irodalomjegyzék.....	26
Ábrák jegyzéke	31

A drónok jogszabályi háttere Magyarországon

A 38/2021. (II. 2.) Kormány rendelet [Drónrendelet (állami)] 5 fejezete foglalja magába a pilóta nélküli légi járművekről szóló rendelkezéseket. [1] A rendelet az általános rendelkezésekből kiindulva, a pilóta nélküli állami légi járművek alkalmazásának általános szabályain keresztül, az üzemben tartó feladatait, a pilóta nélküli állami légi jármű és a pilóta nélküli állami légi jármű rendszer nyilvántartásba vételéhez és üzemeltetéséhez szükséges hatósági eljárásokon át, a pilóta nélküli állami légi jármű rendszer kezeléséhez szükséges engedélyek, a kezelő személyzet képzésének, egészségi alkalmasságának követelményeivel és a záró rendelkezésekkel befejezőleg mindent érint. A rendelet a pilóta nélküli légi járműveket (továbbiakban: állami drón) felhasználási területük és tömegük szerint kategóriákba foglalja, amelyek a következők: A1, A2, B1, B2, C, D vagy E. A mintarepülőtér projektben alkalmazható drónok felhasználhatósági szempontból hasonló kategóriákba foglalhatók, mint az állami drónrendeletben főképpen A, B vagy C kategóriájú légi járművek.

A kategóriák, elsősorban a felszálló tömeg alapján válnak szét. Az alacsony tömegű, „A” kategóriába 4 kilogrammot meg nem haladó tömegű eszközök tartoznak kettéosztva. A „B” kategóriába a 4 kilogramm feletti, de a 25 kilogrammot meg nem haladó eszközök és eszközrendszerek tartoznak kettéosztva. A „C” kategóriában a legalább 25 kilogrammú, de a 150 kilogrammot meg nem haladó eszközök, a „D” kategóriába a 150 kilogrammot meghaladó, de a 600 kilogramm felszálló tömeget át nem lépő eszközök vagy eszközrendszerek tartoznak, továbbá a legnagyobb kategóriába, az „E” jelű pilóta nélküli légi járművek kerültek, amelyek a 600 kilogramm felszálló tömeget is meghaladhatják.

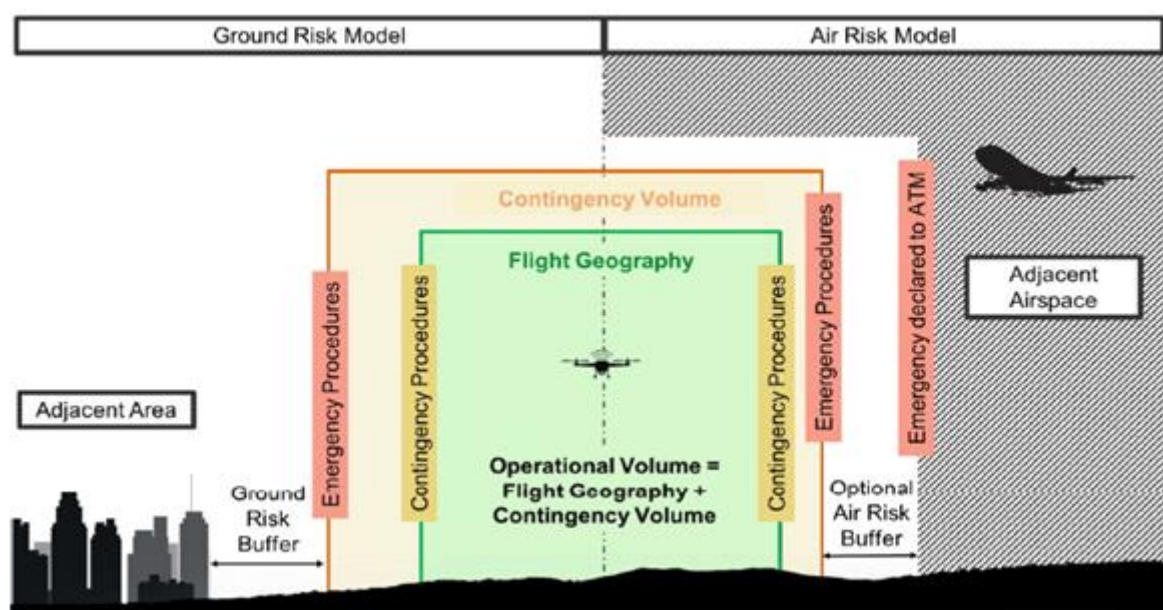
A kategorizáció során a rendeletben meghatároztak követelményeket, amelyek kiterjednek az eszköz irányításának fajtájára, a biztonságos repülés szabályaira, kockázatelemzésre, üzemeltetési nyilatkozatokra és nyilvántartásba vételre, ütközésre figyelmeztető rendszerekre, transzponder használatra, kétirányú rádiókapcsolat biztosítására, fel- és leszállási területekre ellenőrzött repülőtereken és légialkalmassági bizonyítványokra továbbá szakszolgálati engedélyekre és típusalkalmassági bizonyítványokra terjednek ki a kategóriák követelményei szerint. [1] A rendelet érdekessége, hogy a kezelői tanfolyam minimum iskolai követelménye az alapfokú képzéstől kezdve a felsőfokú képzésig terjed ki.

Az állami célú drónok üzemeltetéséhez szükséges okmányok és engedélyek kategóriák alapján történő rendezése (A továbbiakban: A1, A2, B1, B2, C, D vagy E jelölésekkel) a következőket

foglalja magába. Az A1 és B1 kategóriával kapcsolatban szükséges az üzemben tartó nyilvántartásba vétele, a drón üzemeltetésére vonatkozó műszaki dokumentáció, a műszaki rendszer és üzemeltetési utasítás, gyártó által kiadott a jogszabályban rögzített követelményeknek megfelelő jelölés meglétét írja elő. A típusképzéshez és jártasság fenntartásához szükséges oktatási tematika dokumentációja és megléte már a legkisebb kategóriájú drónok esetében is előírás. Az A2 kategóriába tartozó drónok esetében az üzemeltető, tehát többek között a rendvédelmi és honvédelmi szervek alá tartozó üzemeltető feladatairól, üzemeltetésről és képző szervezetnek kijelöléséről szóló intézkedés a feltétele, amelyet a hatóság hagy jóvá. A B2 kategóriába tartozó drónok esetében a fentebb meghatározottakon felül nyilvántartásba vételi és típusalkalmassági bizonyítvánnyal illetve a beosztáshoz megfelelő egészségi követelményeket igazoló nyilatkozattal kell rendelkeznie az üzemeltetőnek. A C és attól magasabb kategóriába tartozó pilóta nélküli légi jármű rendszerek üzemeltetéséhez további dokumentációk megléte szükséges, amelyek magukba foglalják a típusalkalmassági bizonyítványt, légi alkalmassági bizonyítványt, nyilvántartásba vételi bizonyítványt és a személyzet szakszolgálatra való egészségi alkalmasságáról kiállított minősítési dokumentumát továbbá légi jármű rendszer üzemeltetésére jogosító hatályos szakszolgálati engedélyt. Amennyiben a légi jármű rendszerek rendelkeznek elektromágneses kisugárzóval, akkor az üzemeltetőnek rendelkeznie kell az állami frekvenciagazdálkodásért felelős hatóság által kiállított engedéllyel vagy állásfoglalással, amely az eljárás alóli mentességét igazolja. [1]

A kockázatelemzésre vonatkozó intézkedések előírják, hogy a kockázatelemzést az üzemben tartó a drón által végrehajtott műveletek alapján határozza meg és továbbítja azt elfogadásra az illetékes hatóság irányába. Az üzemben tartó felelőssége meghatározni, hogy mely műveletekre kell kockázatelemzést készíteni, a tervezett művelet típusokra egyszer köteles elkészíteni és annak ismétlődése esetén igény szerint többször felhasználni. A kockázatelemzésnek a következőket kell tartalmaznia. A kockázatok értékelését, a állami drón művelet leírását, a javaslatot a biztonsági célszintre illetve a kockázatok azonosítását, a földi kockázatok a művelet típusának függvényében. Az értékelés a légi jármű művelet jellemzőit tartalmazza, javaslatot tesz az operatív biztonsági célokra illetve azonosítja a földi és légi műveletek kockázataira, amely harmadik személy vagy vagyontárgyak irányába előforduló veszély mértékéből fakad. Az adott drón összetettségét, teljesítményét és operatív jellemzőit, a repülés célját, a jármű típusát és a más légi közlekedésben résztvevőkkel történő összeütközésnek valószínűségét az igénybe vett légtérsztály alapján. [2] A művelet típusáról, hosszáról és

annak bonyolultságáról illetve a kezelt légiforgalom típusáról és mértékéről is értékelést kell készíteni. Amennyiben a kockázat felismerhető és észlelhető, azonosítani kell a kockázatcsökkentő intézkedések eredményességének szükséges szintjét annyira, hogy az adott művelet elfogadható biztonsági kockázatok mellett legyen elvégezhető. A művelet leírások tartalmazzák a tevékenység jellegét, a geográfiai területet illetve az operatív környezetet ahol a drón végrehajtja a feladatát illetve lakott területre, domborzati viszonyokra, légtérsztályra és a légtérrészre, pufferzónákra, és földrajzi övezetekre vonatkozó működési követelményeket. [3] A személyi kompetenciára, üzemeltetési tapasztalataira, a művelet összetettségére, tervezésre és végrehajtására illetve a technikai eszközre vonatkozó adatokra továbbá a személyek alkalmasságát e műveletek végrehajtásának tekintetében, felelősségi körüket, képzettségüket és összetételüket közli. A kockázatok azonosítása során meg kell vizsgálni az átrepült terület népességét, a drón méretét, a felette lévő légtérrel és annak besorolását valamint a további légiforgalomra illetve légiforgalmi szolgáltatásra gyakorolt hatását illetve a légtérhasználóktól történő biztonságos elkülönítés körülményeit. A biztonsági célszint kijelölése során a kockázati tényezők csökkentésének figyelembevételével meg kell határozni a földön tartózkodó személyek és vagyontárgyakkal történő ütközés elkerülésének lehetőségét, a stratégiai operatív korlátozásokat, a földrajzi korlátokat, a művelet hosszának vagy ütemezésének idejét. A légiforgalomban résztvevőkkel közös repülési szabályok szerint működő vagy ugyanazon légtérben üzemelő eszközök esetén a kedvezőtlen működési feltételek kezelésére történő képességet, szervezési, és további emberi tényezőket.



[1. Ábra- Egyszerűsített belépési szabályok a drón repülések számára

(Forrás: <https://www.unmannedairspace.info/latest-news-and-information/easa-updates-its-easy-access-rules-for-uas-publication/>)

A felszereltségi követelményekre vonatkozóan a rendelet meghatározza az A1, A2, B1 és B2 kategóriába tartozó drónok esetében a magasság és sebességmérő berendezések, WGS-84¹ földrajzi koordináta-rendszer, magasság és pozíció adatokat gyűjtő és a földi állomás irányába továbbító berendezések, rádiókapcsolat-minőségjelző berendezés, állapotjelző, akkumulátor és üzemanyagszint visszajelző illetve repülési paramétereket rögzítő műszerrel kell rendelkeznie. [4]

A C, D és E kategóriába tartozó drónok esetén a fentebb említetten túl, kell rendelkeznie fedélzeti válaszadóval, ütközésre figyelmeztető berendezéssel, illetve ha nem elkülönített légtérben üzemel akkor rádióadóberendezéssel a kétirányú rádiókapcsolat fenntartása érdekében. [5]

Az állami drón, a katonai légiforgalmi irányító szolgálat illetékességi területén belül felmentést kaphat a légiforgalmi irányítói engedély megkérése alól. [6] Amennyiben a repülésbiztonságra kockázatot jelentő esemény történik az állami drónnal, például az irányfelületek kitéríthetősége korlátozódik, a munkaállomással megszakad a kapcsolat vagy nem megfelelően működik, a hatósugáron kívülre repülés veszélye áll fent, a repüléstervezést mindig úgy kell végrehajtani, hogy a kezelő személyzet beavatkozás nélkül legyen képes egy meghatározott helyre repülni vagy azonnal leszállni.

A drónrendeletben továbbá meghatározásra kerül a drónok számára a fel és leszállási szabály, amely a nagy tömegű drónok esetén (D és E kategória) csak olyan repülőterekről engedélyez működést, amelyek rendelkeznek a repülőtérrendben meghatározott pilóta nélküli állami légijárművel végrehajtható fel- és leszállásról szóló rendelkezésekkel. Ellenben az A1 -től a C kategóriáig a drónok akár a repülőtéren kívülről is üzemelhetnek továbbá a légiforgalmi irányító szolgálat engedélyének függvényében végezhetnek fel- és leszállást a futópályán, gurulóúton, kényszerleszálló mezőn, heliporton, a repülőtérrendben szereplő kijelölt fel és leszállóhelyen illetve forgalmi előtéren is.

¹ World Geodetic System

A légiközlekedés napjainkban

A légiközlekedés egy szerteágazó, folyamatos változásban lévő innovatív iparág. A légiközlekedés biztonságát, általános szabályait világszinten az ICAO² szabványokkal és ajánlásokkal támogatja.[7] Mivel az iparág folyamatosan fejlődik újabb és újabb szabályok és módosítások jelennek meg. A légiközlekedés jogi szabályzásának fő célja a repülésbiztonság, a légiforgalmi kapacitás, a biztosítás, az iparág fejlődése, a környezetvédelem folyamatos növelése és reagálás az új helyzetekre. [8]

Az ICAO repülésbiztonsági szempontból meghatároz átfogóan, az összes tagállamra levetített stratégiát melynek neve GASP³. [9] A stratégia a légiközlekedési balesetek és súlyos repülőesemények számának csökkentése, léginavigáció biztonságának fejlesztése valamint a károsanyag kibocsájtás mértékének csökkentése a célja. Ennek a célnak az elérését közös gondolkodással implementálja, a repülésbiztonság objektív vizsgálatával kockázatelemzési szempontból megközelítve. A tagállamok között asszertív gondolkodásra és közös munkára hívja fel a figyelmet. Továbbá 2030 -ra a globális repülésbiztonsági célkitűzésként fogalmazza meg minden repülésben érintett szervezet számára, a légiközlekedési balesetek számának közel nullára csökkentése. [10] A repülésbiztonsági menedzsment szempontjából megközelítve a nemzetközi szervezet a tagállamok számára közös irányelvet alkot, amelyet utána egy keretrendszerbe foglalva alkalmazhatnak. Az irányelvek, a keretrendszer és alkalmazásának hatékonyságáról utána visszajelzéseken és vizsgálatokon alapuló visszacsatolása van. [11]

A légiforgalmi kapacitás és a hatékonyságnövelés szempontjából a nemzetközi szervezet állásfoglalása szerint a következő 20 évben jelentős változás következik be. A légiforgalom kezelésének, áramlásszervezésének illetve a repülések fajtájára kiterjedően. Új repülőgéptípusok megjelenése, következő generációs technológiák alkalmazása és döntéstámogató rendszerek megjelenése a predesztináció. Ebből a szervezeti gondolkodásból következően számít és tervez azzal, hogy az innovációkból, új rendszerekből, technológiákból fakadó kihívásokra pillanatnyilag és proaktívan is reagáljon. [12]

² International Civil Aviation Organization

³ Global Aviation Safety Plan

A drónok jelenlegi helyzete a repülőtér kontextusában

A drónok jelenlegi helyzete az európai repülőterek kontextusában nem elterjedt és kidolgozott. Európában mindössze néhány olyan repülőtér van, amely üzemeltet drónokat a területén. Léteznek kidolgozott koncepciók, amelyek arra irányulnak, hogyan lehet a drónokat hatékonyan integrálni. [13] Azonban a megoldást az szolgáltatja majd, ha egységes szabályozás jelenik meg a drónok repülőtéren történő üzemeléséről minden tekintetben. Jelenleg Európában több repülőtér is foglalkozik vagy foglalkozott a drónok integrálásával a gyakorlatban. Az Amszterdam-Schiphol repülőtér amely több mint 70 milliós utasforgalmat is bonyolított már, a Covid-19⁴ alatt történő utasforgalmi korlátozások és az ebből következő forgalom csökkenés miatt lehetőséget biztosított a drónok gyakorlati alkalmazására a repülőtér területén. [14] Három napon keresztül történt tesztelés során kiderült, hogy a drónok alkalmazása a repülőtér területén biztonságosan kivitelezhető. A drónok alkalmazásával pénzt és időt lehet megtakarítani amely a fenntartható fejlődést szolgálja. Kifejezetten a repülőgépek felszállás előtti átvizsgálására alkalmazott drónok a munkaterületen⁵ tevékenykedtek. Pufferzónával⁶ és taktikai szintű elkülönítéssel a repülésbiztonságban kockázatot nem emelték jelentősen.

A jelentősen kisebb utasforgalmat lebonyolító Rotterdam The Hague repülőtér esetében is történtek hasonló gyakorlati vizsgálatok a drónok tekintetében. A drón repüléseket a kifejezetten futópálya területe felett vizsgálták. Automatikus előre programozott repüléseket hajtottak végre, amelyek navigációs pontok érintésével történtek. Azon problémákat mérték fel, amelyek a műszeres leszállító rendszernek (ILS⁷) az érzékeny zónájába történő repülésekhez kapcsolódnak. [15] A vizsgálat eredményeképpen megállapították, hogy az ILS biztonsági zónáját drónokkal sem lehet átlépni, ha egy légi jármű használja az rendszert, mivel azok jelenléte interferenciát okozhat. [16]

1. A repülőtéri forgalomszervezés és szabályozók

A hagyományos, pilótás repülés estén alapvetően két repülési szabályt különböztetünk meg. A látvarepülési szabályok (VFR⁸) alapján történő repülést illetve a műszeres repülési szabályok (IFR)⁹ szerint történő repülést. Mindkét repülési szabály szerint történő repülésnek megvannak

⁴SARS-CoV-2 Coronavirus

⁵A munkaterület az a terület a repülőtéren, ahol a légiforgalmi irányító szolgálat felelőssége kiterjed.

⁶ Két tárgy közötti terület, amely az elkülönítést biztosítja

⁷ Instrument Landing System- Műszeres leszállító rendszer

⁸ Visual Flight Rules

⁹ Instrument Flight Rules

a saját minimum követelmények a légtér-, repülőgép felszereltsége, hajózó képzettségi foka, időjárás- és navigációs berendezések szempontjából is. Ezzel együtt minimális időjárás követelmények is tartoznak a repülési szabályokhoz, amelyek a vizuális meteorológia körülmények (VMC)¹⁰ és annak határértékeitől eltérő, műszeres meteorológia körülmények (IMC)¹¹ között lehet alkalmazni.

A vizuális repülési szabályok szerint történő repülés esetén a vizuális meteorológia körülmények kielégítik a vizuális repülési szabályokban meghatározottakat és a pilóta látás utáni navigációval végzi a repülést. Képes észlelni és elkerülni az akadályokat, amelyek a repülés útvonalán megjelennek, vizuális úton, tereptárgyak beazonosításával folytatja repülését, saját elkülönítést képes alkalmazni más-, a légiközlekedésben résztvevő légtérfelhasználóktól.

Vizuális meteorológiai körülmények között nem csak vizuális, de műszeres repülési szabályok szerint is üzemelhetnek a légi járművek, de ebben az esetben a fedélzeti műszereket alkalmazza elsődlegesen a navigációra, habár az összeütközések megelőzése érdekében folyamatos légtérfigyelést folytat. Ezen repülési szabály szerint történő repülés végrehajtása Magyarországon jelenleg csak előre- vagy a levegőben leadott repülési tervvel történhet jogszabályban kijelölt magasságokon. Ebben az esetben a pilóta tájékoztatást, tanácsadást és /vagy légiforgalmi irányítói szolgálat által biztosított elkülönítést kaphat, függően a légtérsztálytól, amelyben repül.

A fő különbség a két repülési szabály között, a légiforgalmi irányító perspektívájából történő vizsgálatban rejlik. Amennyiben az adott repülőgép ellenőrzött légtérben¹², légiforgalmi irányítói szolgáltatást vesz igénybe IFR repülés esetén, Ő tőle folyamatos elkülönítést kell biztosítani minden IFR és VFR repüléstől is, legalábbis a C osztályú légterekben, melyek hazánkban a vizsgálat tárgyát képező katonai repülőtereken is használatosak. Hosszabban az elkülönítésekről és a repülési szabályokról a 923/2012 Európai Unió rendelete, az 56/2016 NFM és 57/2016 NFM rendeletben leírtak alapján lehet tájékozódni. [17][18]

Mivel a repülőtér kontextusában általában egy igen alacsony magasságon történő üzemeléséről beszélünk a drónok esetében, több szempontból kell vizsgálat alá venni a drónok integrálásnak folyamatát. Több olyan tényező befolyásolja a drónok működését a légtérben, mint például: a

¹⁰ Instrument Meteorological Conditions

¹¹ Visual Meteorological Conditions

¹² Ellenőrzött légtér az, amelyben légiforgalmi irányító szolgálat teljesít szolgálatot

drónok száma egy korlátozott méretű terület felett, a földi akadályok jelenléte és milyensége, sűrűn vagy éppen ritkán lakott területek és a kockázat, amelyet ezek a tényezők magukban hordoznak, a légiforgalom többi résztvevője számára. Nem szabad megfeledkeznünk azokról a repülési kultúrában megjelenő hatásokról sem, mint például a drónokkal egy légtérben történő üzemelés lehetőségének elfogadása, még akkor is, ha azok távolságban és magasságban kellő mértékben távol üzemelnek a hagyományos légijárművektől. Ezek a befolyásoló tényezők a hatásukat különbözően fejtik ki attól függően, hogy mennyire vannak jelen.

1.1 Drón légterek a repülőtér területén

A drónok alkalmazása a repülőtéren elsősorban repülésbiztonsági és áramlásszervezési problémákat okoz. Ennek az az oka, hogy a konvencionális légiforgalomtól a drónok elkülönítése nem megoldott technikailag, a drónokra vonatkozó szabályok nem teljesen tisztázzák a repülőtéren történő tevékenykedés lehetőségeit illetve eljárásrendek sincsenek kidolgozva. A megoldást erre a problémára a drón légterek jelenthetik mivel meghatározzák a feltételeket illetve a technikai követelményeket arra vonatkozóan, hogyan üzemelhetnek.

Három tagolt részre érdemes bontani az adott légteret, amelyben a drónok tevékenykednek. Ezen légterek, amelyben a szolgáltatás, elkülönítés és a drónok felszereltségei is változhatnak az A, B, C kategóriájú légtér. A három szolgáltatás szerinti megkülönböztetése a drón forgalomnak illetve légtérnek azért fontos, hogy az ellenőrzött légtérben történő üzemelés során ne terhelje túl az adott légtérben szolgáltatást biztosító légiforgalmi irányítót és csökkentse a repülésbiztonságot.

Az „A” légtér esetében nem szükséges, hogy aktív elkülönítés történjen a drón és az összes többi légieszköz vagy élőlény között az üzemelési területen. Ennek az oka az, hogy az „A” kategóriába tartozó légtereket, csak olyan esetekben és helyeken lehet alkalmazni, amelyben történő repülések nagy értékű tárgyakra vagy emberéletre nem jelentenek kockázatot. Ilyen területek a repülőtér közvetlen közelében történő repülések helye, amik a légiforgalom többi résztvevőjére nem jelentenek kockázatot. A „B” esetében már a repülés előtti stratégiai elkülönítést¹³ és tervezést kell alkalmazni mivel e repülések már olyan területeken történnek ahol a többi légiforgalommal történő összeütközés kockázata fentállhat. Ezen repüléseket a repülőtér állóhelyein, terminálok közelében lehet végrehajtani, de az aktív légiforgalom zavarása nélkül lebonyolíthatónak kell maradnia. A „C” esetében már a stratégiai és az aktív

¹³ Stratégiai szintű elkülönítés az amely, nem a repülés alatt, hanem annak kezdete előtt történik

elkülönítés is szerepet kap. Ezen különböző osztályokba sorolás alapozzák meg a drón integrálásának kérdését.

1.1.1 Az „A” kategóriás drón légtér

Az „A” kategóriájú drón légtérben alacsony követelmények érvényesülnek a drón pilóta irányában ami miatt a szolgáltatásnak a mértéke is elenyésző. Az „A” légtérben a pilóta a felelős az elkülönítéséért a repülés teljes időtartama alatt. A VLOS¹⁴ repülés előnyben részesítése anélkül, hogy a drón forgalom korlátozna más repüléseket mivel a többi repülés típus nagyobb figyelmet és légi kockázatelemzést igényel. Kevesebb információ szolgáltatás a légiforgalmi irányító szolgálat irányába és kevesebb szolgáltatás igénybevételével kell történnie. Mivel csak néhány repülést foglal magába, amelyek a légiforgalomban résztvevők számára nem relevánsak így a legegyszerűbb repülés a cél. Mivel alacsony a kockázata a földi és légi ütközéseknek a repülés ideje alatt ezért az ebbe a kategóriába tartozó repüléseket a lehető legegyszerűbben és biztonságosan el kell különíteni az összes emberes repülésnek útvonalától vagy mozgásaiknak helyétől. Ez a fajta légtér a repülőtér közvetlen környezetének monitorozására, a biztonsági szervek munkáinak segítésére lehetne alkalmas, ahol a légiforgalom szempontjából nem releváns a jelenléte.

1.1.2 A „B” kategóriás drón légtér

Belépés a „B” kategóriába előre leadott útvonal és engedély alapján kell, hogy történjen. A „B” kategóriás légtereknek feltételei vannak, amely légtereket csak a meghatározott kritériumok kielégítése mellett lehet igénybe venni. Ilyen például a pilóta nélküli légi járművek esetében, a kezelő állomásának összekapcsolása egymással és más légijárművekkel illetve a légiforgalmi irányító szolgálattal rádió- vagy más távközlési csatornán ami azonnali információcserét biztosít. A pilóta nélküli légijármű rendszerek képesnek kell lennie a folyamatosan a helyzete sugárzásra WGS-84 alkalmazására képes működő GNSS¹⁵ rendszerrel. [17] Ebben a légtérben a VLOS repülések vannak jelen. A légtér kockázatelemzését az illetékes hatóság és a döntéstámogató rendszerrel kell végrehajtani. Az itt történő üzemelés már a felszállás előtt megoldást kell, hogy kínáljon a repülések közötti összeütközés elkerülésére. Mivel taktikai szintű elkülönítési szolgáltatást a légtér csak részben biztosít így a repülés előtti

¹⁴ Visual Line Of Sight

¹⁵ Global Navigation Satellite System

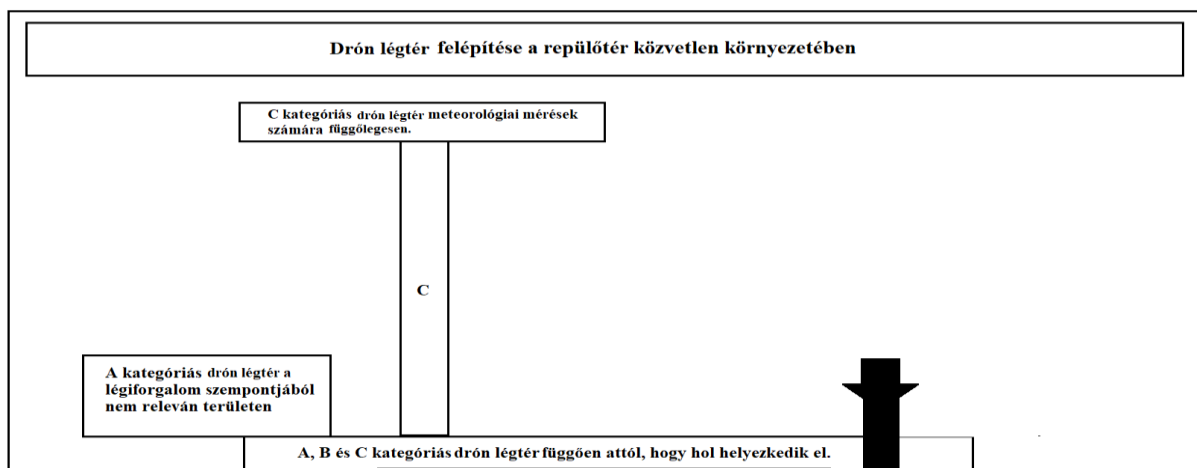
kockázatok értékelése és csökkentése fogja az összeütközés veszélyének minimalizálását a légtérben biztosítani, ami továbbá egy viszonylag telítetlen légtér fog eredményezni az elkülönítések miatt. A légiforgalmi tájékoztatás az előírányzat, amely azt kívánja meg, hogy az itt üzemelő összes légi jármű helyzetéről információkra van szükség. Az itt lebonyolított repülés minimális feltétele a folyamatos helyzetjelentés biztosítása illetve a repülés indításának és a leszállás helyének feltüntetése. A „B” szolgáltatás olyan helyeken történő alkalmazása szükséges ahol az „A” kategóriába meghatározott kockázati tényezők már magasabbak. Például a légiforgalom vagy emberek által használt terület indokolja a szükségességét a magasabb kategóriájú besorolásnak. A magasabb követelmények alkalmazása főként azon területeken szükséges amelyek a légiforgalom számára már alkalmazhatóak, de a rendeltetés szerű üzemelés esetén a forgalom nem közlekedne azon területen. Forgalmi előterek, terminálok és hangárak területén történő drón repülés biztosítása a „B” kategóriájú légtér célja. Ezeken a területeken üzemelő drónok a repülőgépek felszállás előtti átvizsgálásában, a jégtelenítésében tölthetnek be szerepet.

1.1.3 A C kategóriás drón légtér

A „C” kategória egy magasabb telítettségű lehetőséget biztosít az előző légtérhez képest mivel ebben a kategóriás légtérben a repülések száma meghaladja annak kapacitását vagy a kockázati tényezők miatt szükséges a szolgáltatás. Hasonlóan, mint az „B” kategóriában, a „C” kategóriában is szükséges az előzetesen leadott repülési terv. Továbbá a pilótának képesnek kell lennie a légiforgalmi irányító szolgálat által adott utasításoknak és engedélyek megfelelően üzemelni. Rendszeres helyzet jelentésekkel kell ellátnia az összes többi légi közlekedésben résztvevőt, ami ennek segítségével lehet az elkülönítést biztosítani. Az ebbe a kategóriába tartozó légiközlekedési eszközöknek specifikus technikai követelményeket kell meghatározni melyek biztosítják a légiközlekedés biztonságos és folyamatos áramlását. A „C” kategóriás légtérben azonnali taktikai szintű elkülönítést kell biztosítani. Ez történhet a légieszközökre felszerelt elkülönítést biztosító rendszereken keresztül, illetve az ATC¹⁶ igénybevételével is. [19] A légiforgalmi irányító szolgálattal működtetett, ellenőrzött légtérben történő repülés lebonyolításához szükség van egy döntéstámogató rendszer kidolgozására ahhoz, hogy kommunikáció illetve a forgalom folyamatos követése megvalósuljon anélkül, hogy a légiforgalmi irányító szolgálatok munkaterhelése szignifikánsan megnövekedne vagy a

¹⁶ Air Traffic Control

repülésbiztonsági tényezők csökkennének. A „C” kategóriás légterekben a BVLOS¹⁷, az autonóm¹⁸ vagy automata¹⁹ drón repülések továbbá a VLOS repülések is helyzetinformációkat kell, hogy kapjanak egymásról. Ebből a heterogén felépítésből következően nagyobb kockázati tényezőt hordoz magában a „C” kategóriás légtér az „A” és a „B” kategóriájú légterekkel szemben. Ennek ellenére nagyobb kihasználhatóságot biztosít ez a légtér, az elkülönítés nagyságának csökkentéséből következően, amiből a szolgáltatások miatt egy telítettebb légteret lehet üzemeltetni mivel több információ áll rendelkezésre.



2. Ábra – A drón légtér felépítése a repülőtér környezete felett.

(Forrás: szerkesztette a szerző)

1.2 A drón légterekbe történő belépés

Az „A”, „B” vagy „C” típusba belépő személyzet által üzemeltetett légijárművek akaratlanul vagy szándékosan is beléphetnek az adott légterekbe. Az „A”, „B” és „C” légterekben az emberes műveletek magában hordozzák a drónokkal való ütközés veszélyét, de ez a kockázat csökkenthető, ha a pilóta nélküli repülés a légiforgalmi és döntéstámogató szolgáltatások igénybevételével történik. Egy repülés során a légtérbe történő belépésnek a lehetősége, egy nem tervezett, tudatos vagy egy véletlen belépés során is megtörténhet. Az ilyen típusú belépéseknek számos oka lehet. Például a tervezett átrepülések esetén egy mentőhelikopter átrepülése, rendőrségi repülés vagy tervezett leszállás az MCTR²⁰ területén, de nem a

¹⁷ Beyond Visual Line Of Sight

¹⁸ Pilóta beavatkozása nélkül, önálló repülésre alkalmas

¹⁹ Előre programozott terv alapján készült repülés

²⁰ Military Controlled Traffic Region or Zone

repülőtéren. A légtérbe nem tervezett, tudatos belépések történhetnek kényszerleszállásból, egyéb vészhelyzet illetve vitorlázórepülőgéppel ²¹történő magasságvesztésből következően. Ha nem különítik el egy meghatározott légtérrészben, az ejtőernyőzés, a sárkányrepülés²² és a siklóernyőzés ²³is belépési lehetőségnek tekinthető. A repülőtéren épületeket, az alacsony szintű helikopter-útvonalakat, a gyakran használt kórházi helikopter leszállóhelyeket és hasonlókat „B” vagy „C” légterekkel kell védeni a drónokkal történő összeütközés kockázatától. Az olyan kiemelt fontosságú műveleteket, mint a mentőhelikopteres repülés vagy rendőrségi repülések rövid távú korlátozásokkal kell szisztematikusan védeni. A repülőtéren tervezett, nem elsőbbségi belépést a légtér típusától függően különböző módon lehet kezelni.

1.3 A drón légterek létrehozása és kivitelezése

A drónok, repülőtér légtérébe történő integrálása alapjába véve csak folyamat szinten kezelhető. Ennek ellenére nem lehetséges az, hogy a repülésbiztonság rovására történjen az integrációs folyamat. A drón légterek kialakítása a repülőtéren a következőképpen lehetséges. Eleinte azon területek, amelyeket az „A” tehát a legalacsonyabb kockázati tényezővel rendelkezőnek tekintünk, kell felállítani. Ezen légtereket a továbbiakban a legmagasabb szolgáltatással rendelkező légtereként kell alkalmazni tehát „C” kategóriásként. Vizsgálni kell a légtér működését abból a szempontból, hogy a benne üzemelő drónok mennyire képesek az adott feltételek mellett üzemelni és ellátni a feladatukat illetve, hogy történik-e légtérsértés vagy légiközlekedési esemény²⁴. Az emberes repülések tekintetében vizsgálni kell azt, hogy képesek-e a pilóták a drón repülésektől függetlenül megfelelően ellátni feladatukat és elkülönítést tartani a drónoktól, ha azt a helyzet megkívánja. A légiforgalmi irányító szolgálat tekintetében vizsgálni kell a döntéstámogató rendszer működőképességét és azt, hogy mennyire okoz többletterhelést a szolgálatot ellátóknak a drón légtér működtetése. Technikai szempontból az integrálás folyamatának fázisától függően kell vizsgálni azt, hogy hány légi jármű rendelkezik azon rendszerekkel, amelyek képesek a drón légiforgalmat azonosítani és elkülönítést tartani vagy a pilóta figyelmét felhívni arra. A drónokra és azok pilótájára is igaz amennyiben azokat ember irányítja, nem pedig előre programozott repüléseket hajtanak végre. Továbbá a légterek kialakításáért felelős technika, függetlenül attól, hogy hardveresen telepített eszközök, amelyek jelölik a légtérhatárokat vagy a szoftveresen programozott légterek is

²¹ Hajtómű nélküli, a levegőnél nehezebb, merevszárnyú repülőgép, amely az időjárás segítségével repül

²² A levegőnél nehezebb, vászonból és fémből készült légieszköz

²³ A levegőnél nehezebb, ernyővel repülő légieszköz

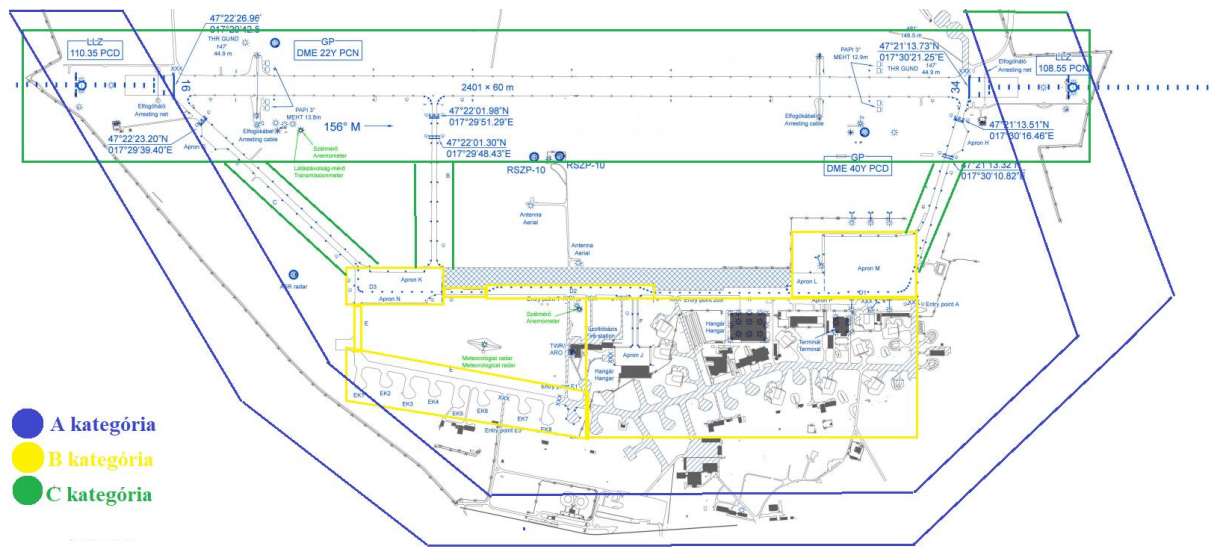
²⁴ Légiközlekedési esemény az, amely nem baleset, de a repülésbiztonságot kockáztató esemény

vizsgálni kell. Mennyire hatékonyak a légtérben működő légtérsértést gátló rendszerek, amelyeknek feladata az, hogy meggátolja a drónok repülését olyan területeken, amelyek tiltottak az e fajta repülések tekintetében. Továbbá abból a szempontból is vizsgálni kell az integrálás fázisának függvényében a működő képességet, hogy ha nem tervezett, de tudatos vagy nem tervezett és nem tudatos repülés történik az adott légtérben. A „B” és „C” kategóriájú területek felett történő repülés és azon kategóriákba történő belépés előzetes tervezést igényel. Tiltott légterek létrehozása ajánlott olyan helyeken ahol kiemelt kockázatot jelentenek a drón repülések. Bizonyos esetekben a zajcsökkentés is vezethet hasonló indokokhoz. [20] Ettől a korlátozástól függetlenül külön engedéllyel a repüléseket végre lehet hajtani, de csak adott időben, területen és meghatározott feltételek mellett. A tárgyalt implementálási lehetőségek egy bizonyos repülőtér légterét mutatja be, azonban a légiközlekedési szabályzók és ajánlások nem specifikusan egy repülőterre vonatkoznak általában. Az adott állam légiközlekedési hatósága felelős annak eldöntéséért vagy felülvizsgálatáért, hogy a légtér mely részei milyen besorolásúak. A döntést befolyásolja az adott légtérben lebonyolított repülések száma, az elhelyezkedő repülőterek száma és azok forgalma illetve a forgalom típusa, geográfiai és más egyéb tényezők is. A légtérbesorolás folyamatának teljes leírása nélkül kijelenthető, hogy a folyamatnak figyelembe kell vennie további tényezőket, mint például a földi kockázatot, légi kockázatot, társadalmi elfogadottsági tényezőket, biztonsági kritériumokat a megbízható és helyes működés biztosításához, a későbbiekben meghatározandó szabályok állami és az adott repülőtér szintjén továbbá az egyes hatóságok érdekeit és igényeit. [21] A légtér különböző típusú vagy hozzáférési feltételek szerinti részekre történő kategorizálása történhet elhelyezkedés illetve magasság szerint is

Két fajta drón megkülönböztetésére van lehetőség irányítás szempontjából. A földi vezérlőegység, tehát pilóta által irányított és az autonóm közlekedő pilóta nélküli légijárművek. Ez a munkadrónok esetében három szempontból fontos tényező. Az ellenőrzött légtérben történő kommunikáció vagy helyváltoztatás illetve az emberi erőforrás felhasználásának szempontjából. Amennyiben a drón az ellenőrzött légtérben autonóm jellegű irányítással repül olyan helyen és időben kell, hogy feladatát elvégezze, amikor a feladat elvégzésével nem korlátozza a repülésben résztvevő, pilótával rendelkező légiforgalmat. Repülésével a repülésbiztonság szintjét nem csökkenti, további kockázati tényezőt nem generál. A légiforgalmi irányító szolgálat folyamatos, pontos hely és magasságadatokkal rendelkezik róla illetve amennyiben szükséges képes az eszköz és a más légiforgalomban résztvevők között elkülönítést biztosítani anélkül, hogy ezzel lényegesen megnövekedne a légiforgalmi irányító

munkaterhelése. A légiforgalom akadálymentes áramlásába és a légtérfelhasználásban nem okoz problémát üzemelésével, tehát be lehet illeszteni az áramlásszervezésbe, a repülőtér forgalmába. [22] Ahhoz hogy ezek a feltételek teljesülhessenek a drónok tekintetében eljárások kidolgozására van szükség, amelyek garantálják a légieszközök közötti távolságtartást. Ez a légiforgalmi irányító feladata lenne konvencionális légiforgalom esetében irányítói engedélyek, utasítások kiadásával, azonban a drónok esetében a hagyományos módon nem biztos, hogy kivitelezhető. Mivel a drónok jellegükből fakadóan nem nagy méretűek és képesek a gyors helyzetváltoztatásra, nem lehet őket reguláris irányítói eljárásokkal kezelni. Döntéstámogató rendszer kialakítása, információszolgáltató rendszer és ha a szükség megkívánja, a drón irányításában történő felülírás lehetőségét meg kell adni az illetékes szolgálat számára. Ezen rendelkezések mind a drónok integrálásnak lehetőségét biztosítják a repülőtér anélkül, hogy a repülésbiztonság csökkenne. Az autonóm drón esetében a repülések kiterjednek a munkaterület felett történő repülésekre, de biztosítani kell az eszközök közötti összeütközés veszélyének minimalizálását. Amennyiben erre nincs lehetőség, a munkadrónokat pilóta által üzemeltetett eszközökkel kell felváltani. A reguláris légiforgalmi irányítási szabályok szerint kétoldalú rádiókommunikációval, helyzetjelentésekkel és engedélyekkel történő üzemelés ebben az esetben működhet, azonban ez a légiforgalmi irányító szolgálat munkaterhelésének növekedésével járna. Egy egyszerűbb és gyorsabb szolgáltató rendszer bevezetése, amely gyorsabb információszolgáltatást biztosítana a pilóta és az irányító között azonban a problémára megoldást nyújtana. Helyzettájékoztatások biztosítása, tervezett és aktív repülési feladatról szóló információk és a többi légiforgalomban résztvevőtől tartott távolsági jelentések alapján lehetne az elkülönítést biztosítani. A drónok esetében kifejezett figyelmet kell biztosítani arra, hogy ne kövessenek el légtérsértést. A három légtérre szre tagolt repülőtér körüli területen garantálni kell a légtérsértés lehetőségének kizárását. Ezt végre lehet hajtani földre telepített elektronikai eszközökkel, amelyek „fal” jelleggel választják el a légterekeket vagy a navigációs rendszerbe történő integrálásával a légtereknek. Ezen légterek stacioner jelleggel működhetnek az olyan területeken ahol egy bizonyos kategóriában üzemelő drónt megakadályozna a belépésnél a magasabb kategóriájú légterekbe. Továbbá az olyan területek történő repülés megakadályozására is felhasználható, ahol kiemelt kockázati tényezők miatt nem lenne lehetséges a drón repülések lebonyolítása. A drónok dinamikus elkülönítését, tehát a légtérkezelés folyamatos rugalmasságát fent kell tartani. Adatokat kell feldolgozni a légtér szerkezet folyamatos változásához, ami a légiforgalmi irányító szolgálat utasításaitól és engedélyeitől függően változhat. Ezen adatokat a drónokat kezelő pilóták számára továbbítani kell, hogy a repüléseiket a dinamikus változó légtérkorlátozásoknak megfelelően

áttervezhessék, korlátozhatók bizonyos területek, légterek, magasságok alkalmazásával, így egy kisebb dimenziókban üzemeltetett légtérben tevékenykedhessenek. [23]



3. Ábra- Pápa AIP chart, egyszerűsített szemléltetése a drón légtér elhelyezkedésének

(Forrás:

<https://www.ket.hm.gov.hu/milaiphun/Megosztott%20dokumentumok/Forms/AllItems.aspx?RootFolder=%2Fmilaiphun%2FMegosztott%20dokumentumok%2FMILAIP%2FPart%203%20AERODROMES%20%28AD%29%2FAERODROMES%20%2FLHPA%20P%C3%81P%20A%2FLHPA%20CHARTS&FolderCTID=0x01200005F7E2F6A0763B489FB0273C8D5D9532&View=%7B3CC9DF8E%2DBB97%2D4202%2D8765%2D273B2108092C%7D>)

1.3.1 A kivitelezés folyamata

Az első fázisban az „A” típusú légtérbe való belépés kockázatát a rövid távú korlátozásokon kívül nem lehet csökkenteni. A személyzet által végzett repülés előtt nagyon alaposan kell felmérnie a valószínűsíthető kockázatot. A második fázistól kezdve a repülőtér az „A” légtérbe történő belépést úgy lehet végrehajtani, hogy a légiforgalmi irányító szolgálatok felé jelzi azt. A „B” és „C” légterekben a légiforgalmi irányító szolgálat utasításait kell követni. Ha a konfliktusmegoldást nem lehet követni a személyzet által végzett repülés kérheti, hogy a drón forgalom rövid távú korlátozásával védjék meg a drón forgalomtól. Az ADS-B használata elegendő lehet, ha a helyszínen és magasságban van lefedettség. A légtérben tervezett vagy nem tervezett belépéssel kapcsolatos kockázat csökkenthető a személyzet által a légiforgalmi irányítási szolgáltatásának igénybevételével és a drón légtér szabályzatának, elhelyezkedésének ismertetésével, amely a személyzet számára felkészülést igényel. A harmadik fázistól, amikor

az együttműködő felderítő és elkerülő rendszer az összes légi járművön felszerelésre kerül, az „A”, „B” vagy „C” légtérbe belépni szándékozó, vagy annak veszélye által fenyegetett személyzettel rendelkező helyi légi járművet fel kell szerelni egy drónokkal együttműködő, felderítő és elkerülő rendszerrel illetve a pilótát ki kell képezni annak használatára. Az utolsó fázis, amikor szabványosítják a pilóta és drónnal végzett repülések biztonságos együttműködését lehetővé tevő eszközöket a repülésbiztonsági referensek, mindkettővel kompatibilis általánosan használt felderítő és elkerülő rendszert az összes légi járművön kell alkalmazni, hogy az csökkentse a kockázatot minden légtértípusban. A „B” és „C” kategóriákban előírt a pilóta irányába történő üzenet küldésének a lehetősége, ez a CPDLC²⁵ rendszerhez hasonló üzenetküldési formaként is működtethető. [24] Az „A” kategóriás légtérben ez a fajta kapcsolattartás csak nem feltétlenül szükséges. A legvégső fázisban az összes reguláris és drónos repülés között alkalmazni kell a látni és elkerülni elvet. Erre a célra több eszköz is rendelkezésre áll. Az ACAS²⁶, TCAS²⁷, ADS-B²⁸ és FLARM²⁹ eszközökön túl a kiterjesztett valóságig bezárólag számos lehetőség áll rendelkezésre. [25]

1.4 Elsőbbségi esetek

A repülőtér légterébe való nem tervezett vagy tudatos belépés kockázatos lehet. A kockázat abban az esetben csökkenthető, ha a légi jármű személyzete a légiforgalmi irányító szolgálatot tájékoztatja a belépésről. A kényszerhelyzethelyzet minden esetben elsőbbséget élvez minden légiforgalomban résztvevővel szemben, ebből következően a drónokkal szemben is. [4] Amennyiben a kényszerhelyzet bejelentése megtörtént, a légiforgalmi irányító szolgálat az összes drón légtérben történő repülést leállíthatja és amennyiben szükséges leszállásra vagy a kockázatos terület elhagyására szólíthatja fel a drónokat. Az ADS-B használata elegendő lehet, mivel az ATM³⁰- és az döntéstámogató rendszerek együttesen működnek. Rövidtávú korlátozás abban az esetben szükséges, ha egy légi jármű sürgősségi vagy vészhelyzetet jelent. Más esetekben például ha mentőhelikopter repül át a repülőtér felett amely elsőbbséget élvez a többi légiforgalommal szemben és egyébként nem a jellemző forgalomnak az irányát és repülési helyszíneit veszi igénybe, akár kijelölt magassági korlátozás segítségével is elkülöníthető. [26] Az e fajta korlátozásnak minden esetben felül kell írnia a három kategóriájú légteret amit a

²⁵ Controller Pilot Data Link Communications

²⁶ Airborne Collision Avoidance System

²⁷ Traffic Collision Avoidance System

²⁸ Automatic Dependent Surveillance-Broadcast

²⁹ Flight Alarm

³⁰ Air Traffic Management

drónok alkalmaznak. Minden platformon meg kell jelennie a tájékoztatásnak és az utasításnak a repülések felfüggesztéséről, hogy a drónok ne okozhassanak kockázatot vagy többletterhelést a légiforgalmi irányítóknak és a légiforgalom biztonságos áramlásának.

1.5 Zárt légtérrészek

A kritikus infrastruktúrák esetében hasonló rendszerek alkalmazása nyújtana a megoldást. Mivel a drónok esetében a pilóta kis vagy nagyfelbontású kamera, FLIR³¹, EOS³² vagy radarral történő képalkotásos módszeren illetve GNSS rendszer alapján is tájékozódhatnak és repülhetnek, így ebben az esetben fent áll az összeütközés esélye az épületekkel is. Ilyen jellegű problémák esetén a távolságtartó eszközrendszerek alkalmazása a légieszközökön kínál megoldást. A reguláris légiforgalomban már évtizedek óta alkalmazzák a transzpondert, mint az irányítói szempontból elkülönítés létrehozását segítő, pilóta szempontból pedig összeütközésre figyelmeztető rendszereket. Ilyen rendszerek az ACAS és a TCAS. Azonban ezen rendszerek a szekunder radarok által feldolgozott A/C/S módú transzponderrel kommunikálnak és ez alapján tájékoztatnak, figyelmeztetnek vagy adnak tanácsot a forgalom elkerülésére. [27] Ezen rendszerek tömegük és áruk miatt nem feltétlenül alkalmazhatóak jól a kisebb méretű légieszközökön. [28]

2. A munkadrónok alkalmazásának lehetősége a repülőtér területén

A drónok alkalmazása a repülőtér területén nagyszámú innovatív lehetőséget rejt magában, amely lehetőségeket, ha jól mérnek fel és implementálnak, gazdasági, munkaerő és erőforrás felhasználási szempontból hatékonyabb működést biztosítanak.[29] A repülőtéren történő mindennapi munkavégzés egy nemzetközi és egy katonai repülőtéren is hasonlóan működik. A repülőtér általában egy vagy több futópályával vagy forgószárnyas felszállóhellyel, gurulóutakkal rendelkező terület. Célja lehet utas vagy áru fuvarozás illetve katonai feladatok kiszolgálása. Civil és katonai kettősfelhasználású repülőterek is léteznek ahol akár mind a három feladatot egy létesítmény területén belül látják el. [30] A repülőtér infrastruktúrájába beletartozik az összes kiszolgáló szolgáltatás a terminálszolgáltatásoktól egészen a repülőtér navigációs berendezéseikig bezárólag. A repülőterek működése általánosságban elmondható, hogy ugyanazon szabványok szerint működik, amelyeket a Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet ír elő. A katonai repülőterek tekintetében kijelölt katonai alegységek látnak el

³¹ Forward-looking infrared

³² Electro Optic Systems

szolgáltatási feladatokat. Az összes szolgáltatási feladat a nemzetközi szabványok szerint történik. A repülőtéri szolgáltatások vám és határőrségi, egészségügyi, ATS, meteorológiai, üzemanyag töltő, földi kiszolgáló, őrzésvédelmi, jégtelenítő és más egyéb feladatokból állnak. Bizonyos feladatok tekintetében ahol az ember fizikai jelenléte nem létfontosságú tényező, kiváltható a drónokkal. A drónok esetében több szempontból megvizsgálható a feladatkörökre történő beosztás. Lehet méretük szerinti besorolást alkalmazni, amely a 38/2021 Kormány Rendelet alapján meghatározott kategóriába sorolja az eszközöket. További lehetőség van az eszközök sebesség, repülési tulajdonság, kialakítás, meghajtás vagy felszereltség szerint történő kategorizálásukba.

2.1.1 Meteorológiai feladatok

A munkadrónok alkalmazása az ellenőrzött repülőtéren több tényezőbből áll össze. Az elvégzendő feladat elsősorban amely meghatároz különböző feltételeket. Az egyik legkézenfekvőbb feladat a munkadrónok alkalmazásának lehetőségére a meteorológiai mérések kivitelezése. A repülőtéri meteorológiai szolgálat állandó jelleggel, naprakész információval látja el a repülésben résztvevő vagy azt kiszolgáló egységeket, személyeket. [28] Különböző meteorológiai jelenségek észlelésével és azonosításával, a felhőzet típusának, mozgásának és fejlődésének indikálásával és más hasznos információk közzétételével járul hozzá a repülések kockázatának csökkentéséhez. E feladatokat különböző mérőeszközökkel képesek ellátni, amelyek a meteorológiai ballonok, műholdak és a repülőgépekről tájékoztatások kivételével stacioner jellegűek. [31] Ebből következően a drónok alkalmazása a repülőtéri meteorológiai szolgálat tekintetében egy rugalmasabb és állandó információszolgáltató képességgel történő bővítést jelentene. [32] A drón mérete e tekintetben széleskörű skálán mozog. Az megállapítható, hogy mivel a drónok fő célja a repülőtér közvetlen közelében, és az MCTR határain belül történő időjárási jelenségek mérése lenne, nem szükséges a drónnak merevszárnyú felépítésűnek lennie. Mivel egy időérzékeny feladatot vizsgálunk, így a minél gyorsabban történő felszállás és a kívánt célterületre történő eljutása a drónnak a legfontosabb.

2.1.2 Biztonsági feladatok

A drónok alkalmazására van lehetőség a repülőtér biztonságának megőrzésével és állandó megfigyelésével kapcsolatban is. A vadvonulás a hazai katonai repülőtereinken rendszeresen problémát okoz az elkerítéstől függetlenül is. [33] Madarak és kis-és nagyobb testű vadállatok előfordulnak a munkaterületen és ebből fakadóan repülésbiztonsági kockázatot jelentenek. A

drónok lehetőséget biztosítanak a folyamatos felderítésre azon kritikus helyeknek ahol az élőlények a repülőtér területére bejutnak. Továbbá a munkaterületen vagy azok közvetlen közelében tartózkodó állatok megzavarásával hamarabb lehet felszabadítani az adott területet anélkül, hogy az élővilágban maradandó kárt tenne. Ilyen és ehhez hasonló feladatok elvégzéséhez nincs szükség nagyobb méretű drónok alkalmazására. Kisméretű, akár már A1 vagy A2 kategóriás drónokkal végrehajthatók az ilyen jellegű feladatok. Hangkibocsátására képes eszközzel felszerelt drón magasabb hatékonysággal lenne képes az élővilág és a légiforgalom résztvevői között történő biztonságos elkülönítésre a repülőtér területén. Az ehhez a feladatkörhöz rendelt drón továbbá képes lehetne a repülőterek, kritikus infrastruktúra jellegéből fakadóan történő védelmére. Azon területeken ahol a repülőtéri biztonsági szolgálat folyamatos járőr feladatokat hajt végre, a drónok segítségével szolgálhatnának. Infravörös tartományban és éjjellátó kamerával felszerelt drónok esetében teljes mértékben kiválthatnák a folyamatos járőr tevékenységet végző örök munkáját. A kerítés állapotának felmérését és a betolakodók figyelmeztetését ezen eszközökkel is el lehet látni. Amennyiben a külső behatolás mégis megtörténne egy reagáló egységgel lehetne kezelni azt.

2.1.3 Futópálya állapotfelmérési feladatok

A drónok további alkalmazására van lehetőség a futópálya és a gurulóutak folyamatos ellenőrzése szempontjából is. Az FOD³³ tehát a repülésre kockázatot jelentő „szemét” amely a munkaterületeken vagy állóhelyeken a repülőgépekről vagy ismeretlen helyekről származik. A repülésbiztonságra óriási kockázatot jelentő szemét felderítése folyamatosan zajlik a repülőterek futópályáján, túlnyomórészt személygépjárművekkel, vizuális úton. Az Air France 4590 –es számú British Aerospace Company Concorde járata egy FOD miatt zuhant le, amelyet a Charles De Gaulle repülőtér futópályáján leszakadt hajtóműgondlából származó fémdarab okozott. [34] Az ilyen és ehhez hasonló esetek elkerülése érdekében a drónok nagyobb sűrűséggel, gyorsabban és költségghatékonyabban lehetnének képesek a munkaterületek ellenőrzésére. Az ellenőrzést kamerákkal végre lehetne hajtani rajkötelékből, ami idő és költségghatékonyabbá tenné e területek folyamatos vizsgálatát. A futópályához kapcsolódó információszolgáltatás szempontjából a drónra további feladatokat lehetne bízni, mint például a pilóták irányába közölt fékhatás adatok biztosítása. A fékhatás mérésére szolgáló eszközök földi, kerekes járművekkel történő mérése a kézenfekvő megoldás. Az e fajta UGV³⁴

³³ Foreign Object Debris

³⁴ Unmanned Ground Vehicle

járművekből már létezik többféle meghajtású Otto-motoros és elektromos egyaránt. Előnye, hogy nem szükséges embert az átvizsgálási és az idegen anyagok begyűjtésére alkalmazni, hanem egy állandóan készenlétben lévő eszközt idő és költséghatékonyabban akár a futópálya közvetlen közeléből történő üzemeléssel lehet felváltani. Ez további időmegtakarításra nyújtana lehetőséget a légiközlekedés résztvevői számára abban, hogy a legkisebb keresztmetszetet, a repülőteret némileg hatékonyabban alkalmazzák.

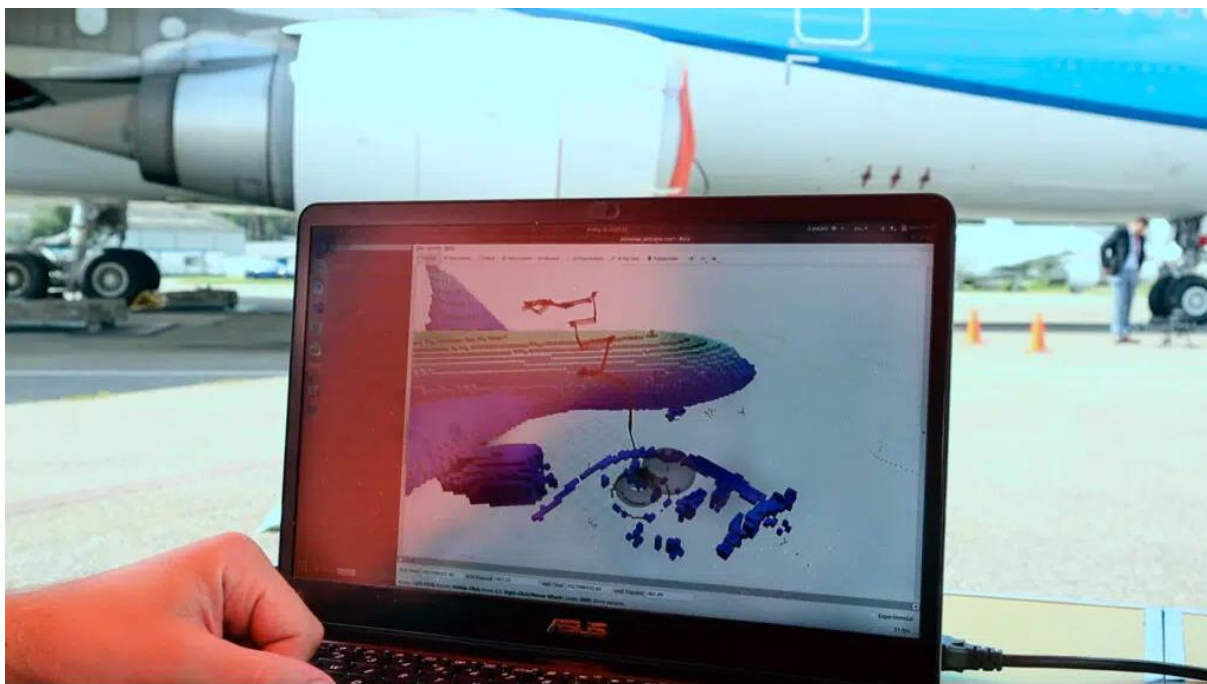
2.1.4 Jégtelenítés és repülés előtti átvizsgálás

A jégtelenítés során történő átvizsgálásban is képesek a drónok szerepet vállalni mivel könnyedén és biztonságosan tudják a repülőgépeket körbejárni több dimenzióból is, amihez egyébként az időigényesebb földi egység mozgatására lenne szükség. A repülés előtti ellenőrzés is ide kapcsolódik, mivel hatékonyabb átvizsgálást biztosít a pilóta számára, azon légijárművek esetében, amelyek felülete elérhetetlen a megfelelő földi kiszolgáló járművek nélkül. A Magyarországon megtalálható három katonai repülőtéren üzemelő légijárművek közül a Boeing C-17 Globemaster III, az Airbus A319-112, a Dassault Falcon 7X és a várhatóan 2024-ben rendszerbeálló Embraer KC-390 légijárművek azok amelyek átvizsgálása során, méretükből következően a feladatot meggyorsítaná a drónok alkalmazása.



4. Ábra – Drón vizsgálja felszállás előtt a KLM Airbus A-350 típusú utasszállító repülőgépét.

(Forrás: <https://mainblades.com/news/a-european-first-mainblades-performs-autonomous-outdoor-airport-drone-inspection/>)



5. Ábra – A felszállás előtti átvizsgálás során alkotott modell bemutatása amit a drón készített.

(Forrás: <https://mainblades.com/news/a-european-first-mainblades-performs-autonomous-outdoor-airport-drone-inspection/>)

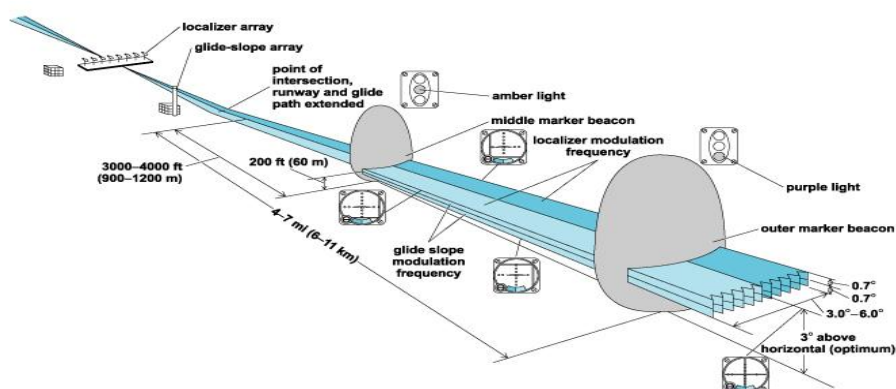
2.1.5 Tűzoltási feladatok a repülőtér területén

A tűzoltási feladatokban, a civil szférában egyre nagyobb szerepet kapnak a drónok. [35] A tűzoltásvezetőnek lehetőséget biztosítanak a drónok arra, hogy olyan perspektívából legyen képes az oltási feladat végrehajtására, amire a múltban nem volt példa. A tűz kiterjedésének nagyságát, az emberek kimentési lehetőségeit, a terjedés irányát, a tűz körül határolásának zónáját és más hasznos információkat lehet megállapítani, mint például a tűz gócpontját. [36] A repülőtér vonatkozásában ez kifejezetten fontos. Számos olyan eset történt a múltban, amikor bonyolult időjárási körülmények között a repülőgépek, amelyek balesetet szenvedtek a repülőtér területén, és nem kerültek felfedezésre. A Scandinavian Airlines 686 –os járata 2001. Október 8 –án történt baleste rámutatott arra, hogy a köd milyen szinten tudja befolyásolni egy légiesemény kimenetelét. [38] A futópályán összeütközött két repülőgép közül az, amelyik a gurulás közben szenvedte el a balesetet, csak harminc perccel később került felfedezésre. A későbbiekben a vizsgálat rámutatott arra, hogy a Cessna Citation CJ2 típusú gép fedélzetén tartózkodó 4 főből 3 élete megmenthető lett volna, ha időben érkezett volna segítség. Ez nem egyedülálló hiba, hanem rendszerszintű probléma volt azonban a felfedezés gyorsaságát, a mentés koordinálását a tűzoltók esetében nagyban meggyorsítaná és hatékonyabbá tenné a

drónok alkalmazása. Mivel a repülőgépek technikai adottságukból fakadóan könnyűszerkezetűek és nagy mennyiségű üzemanyagot hordoznak magukkal továbbá erősen éghető anyagból készülnek, így az idő a legkritikusabb tényező az oltás szempontjából. A drónok alkalmazása továbbá a tűzoltási feladatokban biztosítaná a tűzoltók életének védelmét is abban az esetben, ha felülről történő azonosítással, a tűzoltást vezető figyelmeztethetné vagy kimenthetné a körbezárt tűzoltót. Továbbá azon személyek felkutatását is segíthetné, akik a balesetben sokkot kapnak, és ebből fakadóan eltévednek. Amennyiben a drón nagyméretű és képes oltóanyag hordozására is, akkor részt vehet az oltás hatékonyabbá tételében is.

2.1.6 Kalibráló repülések

A repülőtéri műszeres precíziós leszállító rendszerek illetve a vizuális precíziós leszállító rendszerek vonatkozásában alkalmazhatóak a drónok. Ezen eszközök rendszeres felülvizsgálatot és kalibrációt igényelnek. Az e típusú repüléseket általában reguláris repülőgépekkel szokták végrehajtani, amelyek az előírt szögben hajtják végre a süllyedés a futópálya irányában és ezzel biztosítják, illetve korrigálják ezen eszközöknek a megfelelő működését. Az ilyen és ehhez hasonló feladatok elvégzésére pontosabban és biztonságosabban lehet alkalmazni a pilóta nélküli légijárműveket, amivel megtakaríthatóvá válik a konvencionális repülőgépek által, a kalibráló repülés során elégetett üzemanyag és repült idő. A műszeres megközelítés során az ILS esetében a GP³⁵ adó kalibrációja miatt szükségesek az e fajta repülések.

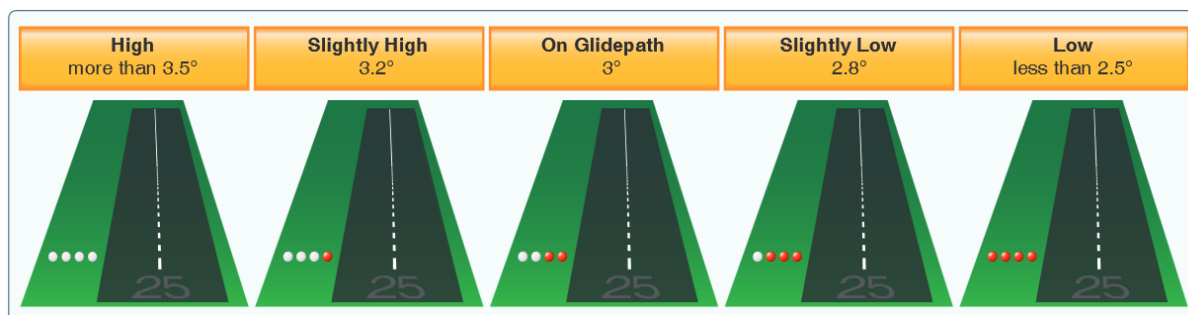


6. Ábra- Műszeres Leszállító Rendszer működésének részletes ábrázolása 3 dimenzióban.

³⁵ Glide Path- siklószög adó

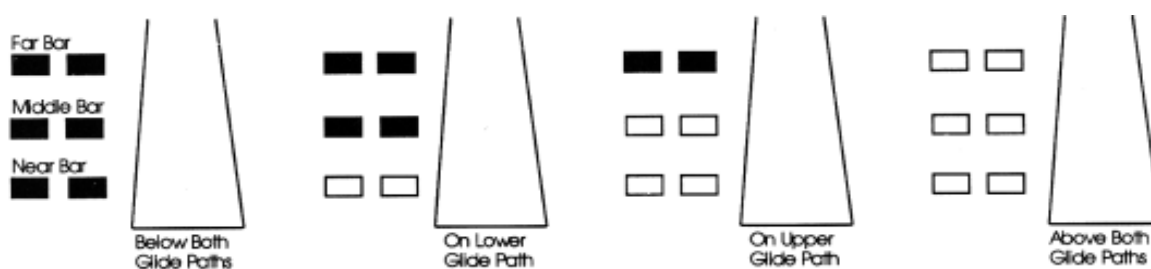
(Forrás: <https://www.aai.aero/en/content/what-ils-and-its-different-component>)

A vizuális megközelítés során alkalmazott PAPI³⁶ precíziós megközelítési jelzőfény illetve VASI³⁷ vizuális megközelítési siklószög jelzőfény berendezések kalibrációjában alkalmazhatóak a drónok.



7. Ábra- Precision Approach Path Indicator működésének ábrázolása.

(Forrás: <https://www.cfinotebook.net/notebook/aircraft-operations/terminal/visual-glide-slope-indicators>)



8. Ábra- Visual Approach Slope Indicator működésének ábrázolása.

(Forrás: <https://www.cfinotebook.net/notebook/aircraft-operations/terminal/visual-glide-slope-indicators>)

A drónok felhasználása a repülőtéren nagyszámú lehetőséget nyújt, arra, hogyan lehetne a repülőtér területén ellátandó mindennapos feladatokat hatékonyabbá tenni a ráfordított idő és költség szempontjából. Kifejezetten azon szegmensekben várható a drónok elterjedése, amelyek nem igényelnek emberi erőforrást és felválthatók a pilóta nélküli légi és földi járművekkel egyaránt. Ezen eszközök alkalmazása a jövőben még nagyobb szerepet fog kapni

³⁶ Precision Approach Path Indicator

³⁷ Visual Approach Slope Indicator

abból kifolyólag, hogy a biztonsági előírások szigorítása, a feladatok ellátására szolgáló idő csökkenésével és a feladatok számának növekedésével fog járni a repülőtér területén. Amennyiben konszenzusos jogszabályi és üzemeltetési előírások fognak létrejönni a drónok üzemeltetéséről a repülőtéren várhatóan akkor fognak futótűz szerűen elterjedni a repülőtereinken.

Összegzés

A drónok integrálása a jelenlegi jogszabályok mellett és az ezirányú eljárások illetve üzemeltetési tapasztalat hiánya miatt még nem kivitelezhető. Mivel a légiközlekedésről kijelenthető, hogy általánosságban túlbiztosított ágazat ezért még a drón integrálás kérdése sokszorosan megvizsgált kérdés lesz a jövőben. Elméleti és gyakorlati tesztek igényelnek specifikus esetek amikor minden a légiközlekedésben résztvevő személyek és eszközök megfelelő tevékenysége ellen irányul. Elemezni kell azt, hogy ezekben a bizonyos esetekben hogyan lehet elkerülni a balesetet és a káresemény bekövetkeztét. Függetlenül ettől azonban az kijelenthető az, hogy az elkövetkezendő években a technológiafejlődés az elektronikai és a repülőipar szegmensben, ha az elmúlt évek tendenciáját követi, akkor alapjaiban fogja megváltoztatni a légiközlekedést. A drónok integrálásra fognak kerülni a repülőterek légterében a most még regulárisnak tekintett személyezettel közlekedő légi járművek forgalmába. A technológiai háttér, ami biztosítaná ennek a lehetőségét már napjainkban is létezik azonban gazdasági illetve szabályalkotói szempontból még nem feltétlenül indokolt vagy biztosított.

Irodalomjegyzék

[1] 38/2021. (II. 2.) Kormány rendelet a pilóta nélküli állami légi járművek repüléséről. *Wolters Kluwer Net jogtár honlapja* Elérhető:

<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A2100038.KOR> (Utolsó megtekintés dátuma: 2022.10.01.)

[2] 923/2012 Európai Unió rendelete a légiközlekedésről. Elérhető: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:281:0001:0066:EN:PDF> (Utolsó megtekintés dátuma: 2022.09.15.)

[3] Paulov Attila: Légiforgalmi áramlásszervezési eljárások bevezetése a Magyar Honvédség repülőterein. *Repüléstudományi Közlemények* 2021. 2. szám 97-111 o. Elérhető:

http://real.mtak.hu/134001/1/08_paulov_97-111_RTK_2021_2.pdf (Utolsó megtekintés dátuma: 2022. 09.21.)

[4] Drónozás nyílt kategóriában. *Légtér honlapja* Elérhető: <https://legter.hu/blog/dronozas-nyilt-kategoriaban/> (Utolsó megtekintés dátuma: 2022.11.05.)

[5] Huszár Péter: Távoli drónazonosítás. *Repüléstudományi Közlemények 2020. 2. szám 19-35 o.* Elérhető: http://real.mtak.hu/123291/1/RTK_2020_2_2_Huszar_19-35.pdf (Utolsó látogatás dátuma: 2022.05.15.)

[6] 1995. évi XCVII. törvény a légitörvényről. Elérhető: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99500097.tv> (Utolsó megtekintés: 2022.09.11)

[7] About ICAO. *Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet honlapja.* Elérhető: <https://www.icao.int/about-icao/Pages/default.aspx> (Utolsó megtekintés: 2022.07.08)

[8] ICAO Strategic objectives. *Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet honlapja.* Elérhető: <https://www.icao.int/about-icao/Council/Pages/Strategic-Objectives.aspx> (Utolsó megtekintés: 2022.07.08)

[9] Palik Mátyás, Vas Tímea: Biztonságirányítási rendszer alapelvei az UAS üzemeltetésében. *Repüléstudományi szemelvények 2016, Szolnok, Magyarország: Nemzeti Közszerkeleti Egyetem Katonai Repülő Intézet (2016) 232p. pp. 113-124., 12p.* Elérhető: <http://www.repulestudomany.hu/kiadvanyok/RepSzem-2016.pdf> (Utolsó megtekintés: 2022.09.21)

[10] ICAO Global Aviation Safety Plan. *Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet honlapja.* Elérhető: <https://www.icao.int/safety/GASP/Pages/Home.aspx> (Utolsó megtekintés: 2022.07.08)

[11] ICAO Assembly. *Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet honlapja.* Elérhető: <https://www.icao.int/publications/Pages/assembly-archive.aspx> (Utolsó megtekintés: 2022.07.08)

[12] ICAO Innovation. *Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet honlapja.* Elérhető: <https://www.icao.int/innovation/Pages/default.aspx> (Utolsó megtekintés: 2022.07.08)

- [13] Concept of operations for European UTM systems- Extension for urban air mobility. *Eurocontrol honlapja*. Elérhető: <https://www.eurocontrol.int/project/corus-xuam> (Utolsó megtekintés: 2022.11.05)
- [14] Traffic and transport figures. *Amsterdam-schiphol honlapja*. Elérhető: <https://www.schiphol.nl/en/schiphol-group/page/transport-and-traffic-statistics/> (Utolsó megtekintés: 2022.09.22)
- [15] Schiphol begins one-week trial with inspection drones. *News Schiphol honlapja*. Elérhető: <https://news.schiphol.com/schiphol-begins-one-week-trial-with-inspection-drones/>? (Utolsó megtekintés: 2022. 08. 19)
- [16] ILS commissioning support and regular inspections. *Colibrex honlapja*. Elérhető: <https://www.colibrex.com/en/navaids-atc/ils-instrument-landing-system/> (Utolsó megtekintése: 2022.06.09)
- [17] Vas Tímea, Fekete Csaba Zoltán: UAV az ellenőrzött repülőtér forgalmában, avagy egy szimuláció tapasztalatai. *Repüléstudományi Közlemények (1997-től) 25:2 pp. 371-383. , 13 p. (2013)* Elérhető: http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2013_cikkek/2013-2-28-Vas_Timea-Fekete_Csaba.pdf (Utolsó megtekintés 2022.09.30)
- [18] 56/2016. (XII. 22.) NFM rendelet a Magyarország légterében és repülőterein történő repülések végrehajtásának szabályairól. I. fejezet 2. rész „értelmező rendelkezések” *Wolters Kluwer Net jogtár honlapja*. Elérhető: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1600056.nfm> (Utolsó megtekintés: 2022.09.11.)
- [19] Reference Frames in GNSS. *Esa Navipedia honlapja*. Elérhető: https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/Reference_Frames_in_GNSS#:~:text=7%20Referenc%20es-.GPS%20reference%20frame%20WGS%2D84,vector%20referencing%20%5Bfootnotes%201%5D. (Utolsó megtekintés: 2022.08.17)
- [20] J. N. Yasin, S. A. S. Mohamed, M. -H. Haghbayan, J. Heikkonen, H. Tenhunen and J. Plosila, "Unmanned Aerial Vehicles (UAVs): Collision Avoidance Systems and Approaches," *IEEE Access honlapja*, vol. 8, pp. 105139-105155, 2020 Elérhető: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9108245> (Utolsó megtekintés: 2022.11.01)

- [21] Ben Pilkington (2022). *Removing the Effects of Noise Pollution with Electric Propulsion Systems*, AZO Cleantech 2022 Elérhető: <https://www.azocleantech.com/article.aspx?ArticleID=1445> (Utolsó megtekintés: 2022. 03.05)
- [22] Airspace Classes, Types of Airspaces and How Are They Defined. *atpl flight school honlapja*. Elérhető: <https://atpflightschool.com/become-a-pilot/flight-training/airspace-classes.html> (Utolsó megtekintés: 2022.04.25.)
- [23] DFS lets drones fly safely. *Deutsche Flugsicherung GmbH honlapja*. Elérhető: <https://www.dfs.de/homepage/en/drone-flight/traffic-management-for-drones/> (Utolsó megtekintés: 2022.09.03)
- [24] 3/2006. (II.2.) HM rendelet az állami repülések céljára kijelölt égterekben végrehajtott repülések szabályairól. II. fejezet 1. rész „Az állami repülések céljára kijelölt légterekben történő repülés szabályai” *Wolters Kluwer Net jogtár honlapja*. Elérhető: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0600003.hm> (Utolsó megtekintés: 2022.02.01)
- [25] Magali Andreia Rossi, Pablo Lollini, Andrea Bondavalli and Italo Romani de Oliveira, A safety assessment on the use of CPDLC in UAS communication system. *researchgate.net honlapja*. October 2014 DOI:10.1109/DASC.2014.6979497 Elérhető: https://www.researchgate.net/publication/268148709_A_safety_assessment_on_the_use_of_CPDLC_IN_UAS_communication_system#citations (Utolsó megtekintés: 2022.07.28)
- [26] Makkay Imre: ADS-B és a drónok. *Repüléstudományi Közlemények*, 2015 2. szám Elérhető: http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2015_2/2015-2-20-0221_Makkay_Imre.pdf (Utolsó megtekintés: 2022.08.18)
- [27] 57/2016. (XII. 22.) NFM rendelet a A légiforgalmi szolgálatok ellátásának és eljárásainak szabályairól. *Wolters Kluwer Net jogtár honlapja*. Elérhető: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1600057.nfm> (Utolsó megtekintés: 2022.09.11.)
- [28] Vas Tímea, Palik Mátyás, Nagy Gergely: Pilóta nélküli légi járművek repülőterekről történő alkalmazása. *Honvédségi Szemle: A Magyar Honvédség Központi Folyóirata 144 : 1pp* 73-82. 10p. (2016) Elérhető: https://www.researchgate.net/publication/299484580_A_Magyar_Honvedseg_szerepvallalasa_Maliban (Utolsó megtekintés: 2022.04.06)

- [29] Transponder. *Skybrary honlapja*. Elérhető:
<https://www.skybrary.aero/articles/transponder> (Utolsó megtekintés:2022.06.07)
- [30] Csengeri János: A katonai repülőterek polgári- katonai felhasználás (üzemeltetés) hazai jogszabályi hátterének bemutatása. *Repüléstudományi Közlemények, 2014 2. szám* Elérhető:
http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2014_cikkek/2014-2-14-0121_Csengeri_Janos.pdf (Utolsó megtekintés: 2022.09.08)
- [31] Nagy József, Péliné Németh Csilla: A katonai repülőterek meteorológiai mérőrendszerei (MAWOS) megújítása, az országos mérőhálózatba integrálása. *Repüléstudományi Közlemények, 2011. különszám* Elérhető: <https://docplayer.hu/16712375-A-katonai-repuloterek-meteorologiai-merorendszerei-mawos-megujitasa-az-orszagos-merohalozatba-integralasa.html> (Utolsó megtekintés: 2022.01.06)
- [32] Mészáros Róbert, Meteorológiai műszerek és mérőrendszerek. *Eötvös Lóránd Tudományegyetem honlapja*. Elérhető:
<https://ttk.elte.hu/dstore/document/886/book.pdf> (Utolsó megtekintés 2022.07.04)
- [33] Vas Tímea, Palik Mátyás, Dudás Zoltán, Simon Sándor, Bottyán Zsolt, Fendrik Ármin: The Flight Authorization of the Automatized VTOL UAS for Meteorological Sensor Measurement. *Acta Avionica honlapja. 23 : 2pp 1-11., 11 p. 2021* Elérhető:
<https://acta-avionica.tuke.sk/ojs/index.php/aavionica/article/view/1098> (Utolsó megtekintés: 2022.10.10)
- [34] Pokorádi László: Repülőtéri vadveszély elemzése. *Repüléstudományi Közlemények, 2009* Elérhető: <https://docplayer.hu/16581705-Repuloteri-vadveszely-elemzese-1-bevezetes.html> (Utolsó megtekintés: 2022.10.30)
- [35] BEA, Accident on 25 July 2000 at La Patte d'Oie in Gonesse (95) to the Concorde registered F-BTSC operated by Air France. *BAE aero honlapja*. Elérhető:
https://bea.aero/uploads/tx_elydbrapports/f-sc000725a.pdf (Utolsó megtekintés: 2022.11.05)
- [36] Dr. Restás Ágoston, Drónok alkalmazása a katasztrófavédelemben. 2016. Február 23. *Nemzeti Közzolgálati Egyetem honlapja*. Elérhető: <https://www.uni-nke.hu/document/uni-nke-hu/dr-restas-agoston-eloadas.original.pdf> (Utolsó megtekintés: 2022.05.17)

[37] Commercial UAV NEWS, Utilizing Skydio Drones in Firefighting and Search and Rescue Scenarios. *Commercialuavnews honlapja.* Elérhető: <https://www.commercialuavnews.com/webinars/utilizing-skydio-drones-in-firefighting-and-search-and-rescue-scenarios> (Utolsó megtekintés: 2022.09.20)

[38] 08 October 2001-Scandinavian Airlines 686, Tailstrike. *Tailstrike honlapja.* Elérhető: <https://tailstrike.com/database/08-october-2001-scandinavian-airlines-686/> (Utolsó megtekintés: 2022. 11.04)

Ábrák jegyzéke

1. ábra - Egyszerűsített belépési szabályok a drón repülések számára (Forrás: <https://www.unmannedairspace.info/latest-news-and-information/easa-updates-its-easy-access-rules-for-uas-publication/>)
2. ábra - A drón légtér felépítése a repülőtér környezete felett. (Forrás: szerkesztette a szerző)
3. ábra - Pápa AIP chart, egyszerűsített szemléltetése a drón légtér elhelyezkedésének (Forrás: <https://www.ket.hm.gov.hu/milaiphun/Megosztott%20dokumentumok/Forms/AllItems.aspx?RootFolder=%2Fmilaiphun%2FMegosztott%20dokumentumok%2FMI LAIP%2FPart%203%20AERODROMES%20%28AD%29%2FAERODROMES%202%2FLHPA%20P%C3%81PA%2FLHPA%20CHARTS&FolderCTID=0x01200005F7E2F6A0763B489FB0273C8D5D9532&View=%7B3CC9DF8E%2DBB97%2D4202%2D8765%2D273B2108092C%7D>) – Szerkesztette a szerző
4. ábra – Drón vizsgálja felszállás előtt a KLM Airbus A-350 típusú utasszállító repülőgépet. (Forrás: <https://mainblades.com/news/a-european-first-mainblades-performs-autonomous-outdoor-airport-drone-inspection/>)
5. ábra – A felszállás előtti átvizsgálás során alkotott modell bemutatása, amit a drón készített. (Forrás: <https://mainblades.com/news/a-european-first-mainblades-performs-autonomous-outdoor-airport-drone-inspection/>)
6. ábra- Műszeres Leszállító Rendszer működésének részletes ábrázolása 3 dimenzióban. (Forrás: <https://www.aai.aero/en/content/what-ils-and-its-different-component>)
7. ábra- Precision Approach Path Indicator működésének ábrázolása. (Forrás: <https://www.cfinotebook.net/notebook/aircraft-operations/terminal/visual-glide-slope-indicators>)

8. ábra- Visual Approach Slope Indicator működésének ábrázolása. (Forrás: <https://www.cfinotebook.net/notebook/aircraft-operations/terminal/visual-glide-slope-indicators>)

Ezt a munkát a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap támogatta (Tématerületi Kiválósági Program TKP2021-NVA-16 azonosítószámú „Alkalmazott katonai műszaki-, had-, és társadalomtudományi kutatások a nemzetvédelem, nemzetbiztonság területén a Hadtudományi és Honvédtisztképző Karon”). A project az Integrált-mintarepülőtér kiemelt kutatási terület Virtual Airport(VR_AD) kutatócsoport kutatóinak munkájaként az Innovációs és Technológiai Minisztérium, mint Támogató finanszírozásával valósult meg.

This work was supported by the National Research, Development and Innovation Fund (Thematic Programme of Excellence TKP2021-NVA-16 "Applied military engineering, military and social science research in the field of national defence and national security at the Faculty of Military Science and Officer Training"). The project was funded by the Ministry of Innovation and Technology as the Sponsor and was carried out by the researchers of the Virtual Airport(VR_AD) research group of the Integrated-model airfield Priority Research Area.