

Simon Sándor, Vas Tímea, Dudás Zoltán

## A repülőtéri forgalomban alkalmazható drónok típusspecifikációs kérdései

*A pilóta nélküli légi jármű-rendszerek (UAS) egyre szélesebb körben történő alkalmazása során felmerült a repülőtereken a repülőterek működését elősegítő úgynevezett munkadrónok alkalmazásának lehetősége is. E drónok elsősorban a repülőterek és azok környezete időjárásának előrejelzésére, a munkaterület vizsgálatára, a repülőtér védelemre, repülőteren belüli szállítási feladatokra és más célokra lehetnek alkalmazhatók. A felsorolt feladatok elvégzéséhez a drónokat különböző szenzorokkal szerelik fel, amelyek lehetővé teszik légköri jellemzők (például hőmérséklet, légnyomás, páratartalom), képfelvételek, egyéb adatok összegyűjtését. Tekintettel arra, hogy technikai szempontból az UAS lehet távirányítású (RPAS) vagy teljesen autonóm rendszerű, repülésbiztonsági szempontból különböző kockázati szintekkel jellemezhető a repülőtéri környezetben. Cikkünkben a jelenleg érvényben lévő drónokra vonatkozó EU-s normák figyelembevételével, azokkal összhangban kívánjuk feltárni az ezen alkalmazásokra kínáló lehetőségeket.*

**Kulcsszavak:** pilóta nélküli légi jármű-rendszer, UAS, munkadrón, drónalkalmazás, meteorológiai szenzor, távirányítású drón, RPAS, repülésbiztonság, Európai Unió, EU

### 1. A repülőtéri munkadrónok alkalmazási követelményei

Cikkünkben annak az elgondolásnak a jogi, technikai és repülésbiztonsági aspektusait mutatjuk be, amely a pilóta nélküli légi járművek (drónok), illetve a pilóta nélküli légi jármű-rendszerek (UAS) hasznosíthatóságának szerepét elemzi az akár közforgalmú repülőterek hatékony működésének elősegítésében. Segítségükkel, hasonlóan például az ipari vagy mezőgazdasági drónok alkalmazásához, kiváltható például az emberi munkaerő, illetve egyszerűbbé vagy költséghatékonyabbá tehetők egyes munkafolyamatok vagy akár komplex, több embert és gépi erőforrás rendelkezésre állását megkívánó repülőtéri feladatok.

Véleményünk szerint egy repülőtér működtetése/üzemeltetése során főként az alábbi tevékenységek lennének biztosíthatók drónok, pontosabban úgynevezett *munkadrónok* segítségével:

- a légi járművek földi mozgásának megfigyelése;
- időjárás-felderítés, -előrejelzés;
- kényszerhelyzeti megfigyelés;
- a légi járművek és repülőtéri felületek jégtelenítése, tisztítása, akadálymentesítése;

- futópálya-ellenőrzés;
- földi légi jármű-irányítási/-koordinációs feladatok (*marshaller szolgáltatás*).

Alapvetően a repülőtéri munkadrónokkal kapcsolatos követelmények megfogalmazása vonatkozásában kiindulhatunk a Bizottság (EU) 2019/945 (*Felhatalmazáson alapuló*) rendelete a pilóta nélküli légi jármű-rendszerekről és a pilóta nélküli légi jármű-rendszerek harmadik országbeli üzemben tartói által az úgynevezett *Nyílt* kategóriájú drónokra vonatkozó követelményekből. Tekintettel arra, hogy más jogszabály által biztosított követelményt egyelőre nem határoztak meg. Az úgynevezett *Speciális*, illetve *Tanúsított* kategóriájú drónok vonatkozásában egyelőre a hagyományos repülőgépekre vonatkozó előírásokat (amelyeket az EASA<sup>1</sup> keret- és végrehajtási rendeletei előírnak) kellene általánosan alkalmazni, de drónspecifikus részletszabályok nélkül ezek önmagukban még nem alkalmazhatók [1].

A *Nyílt* kategóriájú drónokra vonatkozó követelmények szerint a drón rendelkezzen megfelelő mechanikai szilárdsággal, amelynek köszönhetően képes a repülés biztonságos és ismételt végrehajtására. A drón fedélzeti repülésirányító rendszere (rádiótechnikai berendezések/elemek) legyenek külső zavarásoktól mentesek, illetve azok működése ne zavarjon más, főként légi jármű-fedélzeti rádiótechnikai vagy rádió navigációs berendezéseket. A drón szerkezeti kialakítása, illetve a szerkezet úgynevezett éles éleinek (*Sharp Edges*) a kialakítása olyan legyen, hogy szerkezeti elemei ne okozzanak sérüléseket a kezelőkben, illetve ne jelentenek veszélyt a repülőtéri infrastruktúra számára (például kerülendő a szükségtelenül nagy szerkezeti tömeg). A drón lehetőleg autonóm módon lássa el feladatát, kiküszöbölve ezáltal az emberi kezelőszemélyzet által okozott hibalehetőségeket [4].

## 1.1. Általános technikai specifikációs követelmények

Az általános technikai specifikációs követelmények összefoglalva:

- megfelelő mechanikai szilárdság;
- biztonságos fedélzeti elektromos rendszer és érintésvédelem;
- biztonságos irányíthatóság, illetve zavarásmentes (robosztus) autonóm repülésvezérlő rendszer;
- elektromágneses kompatibilitás;
- biztonságos és optimalizált szerkezeti kialakítás;
- a lehetőségekhez és a felhasználási célhoz igazított autonómia biztosítása.

A fentiekben felsorolt pontoknak való megfelelést alapvetően e pontokhoz rendelhető elektronikai berendezésekre vonatkozó szabványoknak való megfeleltetés útján biztosíthatjuk. Ilyen az érintésvédelem szempontjából az alacsony feszültségű berendezésekre vonatkozó szabványnak<sup>2</sup> [6] vagy például elektromágneses kompatibilitás szempontjából az EN 55032 szabványnak való megfeleltetés. A szabványoknak való megfelelés ellenőrzéséhez viszont mindenképpen labor körülmények, illetve minősített laborok szükségesek, amelyek bevonása a drón gyártójának a felelőssége annak forgalomba hozatala előtt. A *Nyílt* kategóriájú

<sup>1</sup> European Aviation Safety Agency: Európai Repülésbiztonsági Ügynökség.

<sup>2</sup> Low Voltage Directive: LVD, EN 62368-1: 2014, Clause 5.

drónok vonatkozásában a *Felhatalmazáson alapuló* rendelet már most előírja az EU illetékes szervénél hivatalosan bejelentett megfelelőségértékelő szervezetek, úgynevezett NOBO-k<sup>3</sup> bevonását [7] a drón típustanúsításába. A vizsgálatokhoz szükséges szabványsorozatot ugyan már kidolgozták,<sup>4</sup> de jelenleg még nem hirdették ki, így a NOBO-k bevonása a drónok megfelelőségértékelésébe 2024. január 1-éig nem kötelező [3]. Az addig történő piaci forgalmazáshoz elegendő, ha a gyártó maga végzi el a termék, esetünkben a repülőtéri munkadrón tanúsítását, és látja el azt az EU-n belüli forgalmazáshoz szükséges CE<sup>5</sup> jelöléssel.



1. ábra  
Repülőgép jégtelenítése [2]

A repülőtéri munkadrónok alkalmazása során típustól függetlenül a következő további technikai specifikációk alkalmazása javasolt. Mivel a drón a lehetőségekhez mérten a repülőtéri forgalomba illeszkedően végzi tevékenységét, alkalmazása során elsődleges fontosságú, hogy látható legyen a repülőtér légi forgalmi körzetében közlekedő és az ott le- és felszállást végző légi járművek számára. Ezt egyrészt a fedélzeten elhelyezett fényforrások (LED)<sup>6</sup> segítségével biztosíthatjuk, amelyet a drónokra, ugyanúgy, mint a hagyományos légi járművekre, a *Felhatalmazáson alapuló* rendeletben előírtak szerint kell felszerelni. A vizuálisan észlelhető fényforrásokon túl a munkadrón pozícióadatainak megjelenítésére távoli azonosítóval (például ADS-B)<sup>7</sup> való felszereltséget is előírhatnak, amely a repülőtéri irányító által használt felderítő-rendszereken is megjeleníti a repülőeszközök és a földi járművek pozícióját [8].

Továbbá az UAS-nak szoftveresen alkalmasnak kell lennie a repülési határpontok/határterületek, az úgynevezett *geo-fencing* beállíthatóságára, amely kijelölt határterületet a drón ellenőrizhetően nem lép át. Szükség esetén a drón rendelkezzen aktív ütközésselhárító

<sup>3</sup> Notified Body – bejegyzett (megfelelőségértékelő) szervezet.

<sup>4</sup> Szabvány prEN 4709.

<sup>5</sup> Conformité Européenne – a jelölés bizonyítja, hogy az adott termék megfelel az Európai Unió adott kategóriájú termékre vonatkozó szabványainak.

<sup>6</sup> Light Emission Diode – fénykibocsátó dióda.

<sup>7</sup> Automatic Dependent Surveillance-Broadcast – ütközések elkerülését támogató rendszer.

rendszerrel, amely biztosítja, hogy más légi jármű közelségének érzékelése esetén képes kitérő manővert végezni. Végül a működéséhez szükséges fedélzeti energia csökkenése esetén például a minimális akkumulátorfeszültség beállítása által biztonsági protokollt kell működtetni, amely biztosítja, hogy a drón fedélzeti akkumulátorának, feszültségének bizonyos (beállított) érték alá csökkenése esetén a drón még képes visszatérni a felszállási pontra – RTH-<sup>8</sup> funkció [8].

Az alábbiakban összefoglaljuk az általános követelmények mellett azokat a további technikai követelményeket, amelyek a megbízható és üzembiztos működés feltételeit biztosítják.

## 1.2. További technikai specifikációs követelmények

További technikai specifikációs követelmények:

- láthatósági követelmények – legyen látható, amennyire az lehetséges;
- a fényforrások (LED-ek) fedélzeti elhelyezése – vizuális láthatóság;
- ADS-B-vevő/-adó elhelyezése – műszeres láthatóság;
- *geo-fencing* képesség – legyen képes egy kijelölt (koordinátákkal körülhatárolt) területen belül maradni;
- rendelkezzen aktív fedélzeti összeütközés-elkerülő rendszerrel;<sup>9</sup>
- beépített biztonsági eljárások (protokollok) – a minimum-akkumulátorfeszültség beállítása.



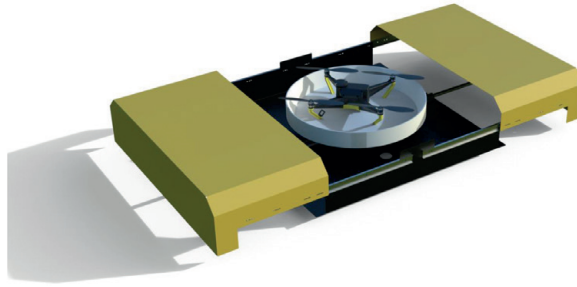
2. ábra

*WohnderLeap Quadro típusú meteorológiai mérődrón [10]*

A drón üzemeltetése szempontjából lehet kezelő által távolról működtetett eszköz, például egy légi jármű-jégtelenítéshez (1. ábra) használt drón, vagy lehet teljesen autonóm eszköz, amely bizonyos időközönként egy bázisállomásra felszállva végzi tevékenységét, például egy időjárás-előrejelzéshez használható, légköri meteorológiai méréseket végző drón (lásd 2., 3. ábra).

<sup>8</sup> Return to Home – hazatérés a felszállóhelyre.

<sup>9</sup> Airborne Collision Avoidance System/Active Collision Avoidance System – levegőben történő összeütközéseket elkerülő rendszer.



3. ábra

*A WohnderLeap Quadro típusú meteorológiai mérődrón bázisállomása, koncepció [10]*

## 2. Repülésbiztonsági megfontolások

A hagyományos és az UAS-repülés egy légtérben való megjelenése kapcsán hagyományosan kétféle kockázat, illetve ahhoz tartozó scenárió merül fel. Ezek az összeütközéssel és a lezuhanással kapcsolatosak, úgymint:

- a hagyományos és pilóta nélküli eszközök összeütközése (következmények, a légi jármű sérülése, irányíthatatlanná válása, lezuhanása, harmadik félben károkozás);
- az UAV lezuhanása a rendszer valamely elemének meghibásodása következtében (az UAS megbízhatósága, meghibásodási ráta).

### 2.1. Összeütközés drón és hagyományos repülőgép között

Az összeütközés kockázati elemeinek szempontjából az UAV észlelhetőségét, a repülési magassághoz tartozó hagyományos forgalom sűrűségét, annak jellegét (kis/nagy sebességű, merev/forgószárnyas repülőeszközök), a jellemző repülési sebességeket (valószínűségi tartomány), ezenfelül a légtérben előforduló légi járművek tömegét, méretét (súlyossági tartomány) érdemes vizsgálni. Az UAV-meghibásodás szempontjából a megbízhatóság valószínűségi tartományának meghatározására van szükség. Az összeütközések elkerülése érdekében a „látni és elkerülni” elvet használják. A légi jármű pilótája folyamatosan figyeli a környező légtérrel, hogy észlelje az olyan légi járműveket, amelyek térbeli elhelyezkedésük és repülési pályájuk révén veszélyforrást jelenthetnek. Amikor a pilóta ilyet észlel, elkerülő manővert hajt végre. Alapelv, hogy a légi járművet nem szabad olyan közel üzemeltetni más légi járművekhez, hogy az ütközésveszélyt okozzon [15]. Az elv jól működik a lassan mozgó és alacsonyan repülő légi járművek esetében, de gyorsabban repülő vagy kisebb méretű eszközök esetében sérülhet. Sebességükből vagy méretükből adódóan az ilyen légi járművek nehezen észlelhetők. Az UAV mérete általában kicsi, háttérkontrasztja nem jelentős, és ez az összeütközési kockázatot tovább növeli. A szerkezet kialakítása nem „repülőgépszerű”, ezért annak felismerése a hagyományos forgalom szereplői számára meglehetősen nehéz. A távirányítású eszközök színe semleges, a környezettől nem különül el. További kockázatot jelenthet, hogy az eszközök térbeli helyzete a légi forgalmi irányítóegységek számára is csak hozzávetőlegesen állapítható meg [9]. Az ütközés valószínűségét az is növeli, ha a légi jármű

szerkezetének profilja életlen, az észlelő irányába eső frontális felület kicsi. Mivel a mozgó tárgyak észlelése biztosabb, az ütközés valószínűségét növeli az is, amikor a frontális ütközési pályán haladó légi jármű és a másik eszköz relatív mozgást alig mutat [12]. Amikor az UAV autonóm üzemmódban működik, az eszköz sem a többi légi jármű észlelését, sem pedig kitérő manővert nem képes végrehajtani.

## 2.2. A drónok meghibásodása és lezuhanása

A drónok megbízhatóságával kapcsolatosan kevés információra támaszkodhatunk. A kutatások szerint a kereskedelmi repülés meghibásodási aránya körülbelül 1/105 repülési óra, míg a drónoknál körülbelül 1/103 repülési óra igazolódott, utóbbi kockázata tehát nagyságrendekkel magasabb. Más szempontból tekintve a kifinomult UAV-rendszerek teljes meghibásodási aránya 25%, amely szintén nem mondható alacsonynak [13]. A drónok meghibásodásának súlyosságát a következő kategóriák alapján lehetséges megítélni:

- katasztrofális meghibásodások: az ilyen jellegű meghibásodások esetén a drón lezuhanása nagyon valószínű, akárcsak a földön tartózkodó személyek sérülései (akár haláluk is);
- súlyos meghibásodások: súlyos károk feltételezhetők, és a drón valószínűleg javíthatatlan;
- mérsékelt meghibásodások: a drón funkcióinak mérsékelt romlását okozzák, ami a küldetés megszakításához vezethet; ez azonban nem okoz súlyos károkat;
- enyhe hibák: a drón funkcióinak enyhe romlását okozzák, de nem vezetnek a küldetés megszakításához [13].

## 2.3. Kockázatkezelési lehetőségek

A hagyományos és távirányítású eszközök összeütközésének valószínűségét, ahogy azt korábban bemutatuk, alapvetően az UAV<sup>10</sup> észlelhetősége, míg súlyosságát az ütköző légi járművek repülési paraméterei és szerkezeti jellemzői határozzák meg.

A kockázat mérséklése a kockázati elemek, azaz a valószínűség és a súlyosság mérséklésén keresztül valósítható meg. Az ütközés valószínűségének csökkentése érdekében a következő megoldások célszerűek:

- az eszköz nagy erejű villanófényvel (*anti-collision lights*) való felszerelése;
- az eszköz jól észlelhető, a tereptől és a légkör színétől eltérő színűre festése;
- az eszköz transzponderrel való felszerelése;
- az eszköz monitorozása (ADS-B, FLARM)<sup>11</sup>;
- olyan repülőgép-fedélzeti radarnézet előállítása, amelyen a drónok megfigyelhetők;

<sup>10</sup> Unmanned Aerial Vehicle – pilóta nélküli repülőeszköz.

<sup>11</sup> Flight Alarm – olyan elektronikus eszköz védett neve, amelyet kis repülőgépek, különösen vitorlázó repülőgépek pilótáinak figyelmeztetésére használnak a hasonló felszereltségű repülőgépekkel való esetleges ütközések esetén.

- a TCAS<sup>12</sup> telepítése a drón fedélzetére;
- repülőtéri környezetben a kockázatkezelés gépi támogatása;
- a repülőtéri irányító támogatása többletinformációval (forgalmi, meteorológiai, helyzeti);
- lehetséges kockázatos szituációk gépi előrejelzése aktuális adatok és statisztikai háttér adatok alapján;
- a repülőtéri irányító döntésének támogatása korábbi konfliktusok megoldási módjainak elérhetővé tételével;
- a repülőtéri irányító döntésének támogatása konkrét kockázatkezelési javaslattal;
- a drón irányítását végző személyzet repülés előtti kockázatértékelésének támogatása.

A súlyosság mérséklése érdekében továbbá:

- az eszköz puha szerkezeti kialakítása;
- az eszköz nagyobb tömegű elemeinek műanyaggal való beborítása;
- az eszköz követhetőségének és a humán beavatkozás lehetőségének fenntartása.

A lezuhanás kockázatának mérséklése érdekében a következő megoldási módok fontoldók meg:

- olyan tervezési elvek alkalmazása, amelyek szerint az eszköz képes öndiagnosztikára a repülés előtt és folyamán;
- mentőeszköz (ejtőernyő) beépítése, amelyet az üzemzavar észlelésekor automatikusan alkalmaz;
- nem kritikus meghibásodás esetén annak biztosítása, hogy az eszköz mind autonóm, mind irányított módban alkalmas a feladat megszakítására és a visszatérésre az indítóállásra;
- az eszköz követhetőségének és a humán beavatkozás lehetőségének fenntartása;
- egyértelmű eljárások és biztonsági rendszabályok előírása a drónpilóta számára biztonságkritikus helyzetekben [11].

### 3. Légiforgalom-szervezési szempontok

A repülőtéri irányító felelős a repülőtéren és annak körzetében a légi járművek levegőben egymással és a repülőtér munkaterületén az akadályokkal való összeütközés megelőzéséért. Ennek érdekében ismernie kell a felelősségi területén a tervezett és a valós forgalom paramétereit, meg kell határoznia a légi járművek egymáshoz viszonyított helyzetét, majd légi forgalmi irányítói engedélyek és utasítások formájában létre kell hoznia a biztonságos elkülönítést. Ezekkel az eljárásokkal tudja elérni az előzőekben meghatározott célokat [14]. Légiforgalmi irányítás mellett végrehajtott repülések esetén a felelősség megosztott, a légi jármű vezetője felelős a repülési szabályok és az irányítói engedélyek betartásáért, a légi forgalmi irányító pedig az engedélyek időbeni kiadásáért és a szükséges tájékoztatások továbbításáért. Ez az együttműködésen alapuló folyamat már a mindkét fél által megszokott ütemben zajlik,

<sup>12</sup> Traffic Alert and Collision Avoidance System – fedélzeti rendszer, amelyet arra terveztek, hogy növelje a pilótafülke figyelmét a közeli repülőgépekre, és utolsó védelemként szolgáljon a légi ütközések ellen.

amely folyamatban az új forgalmi elemet, esetünkben az UAS-t az eddig megszokottól eltérő paraméterekkel kell beilleszteni. Annak ellenére, hogy jogszabályi garanciák ([1], [4], [8]) igyekeznek biztosítani az UAV üzembiztos működését, a távpilóta jártasságát és kompetenciáit a magasabb kockázattal járó légi forgalmi környezetben, a légi forgalmi irányítónak ismernie kell az új forgalmi elem működési sajátosságait, tulajdonságait. Mindemellett elvárható, hogy:

- az UAS repülőtéri forgalomban való megjelenése ne jelentsen megnövekedett munkaterhelést az irányító számára;
- a repülőtér forgalmi ökoszisztémája legyen átlátható, szervezhető és rugalmasan kezelhető;
- az UAS működése legyen ismert minden repülőtér- és légtérfelhasználó számára;
- a távpilóta rendelkezzen „SA-”<sup>13</sup> képességgel;
- az UAV garantált útvonal tartási képességgel bírjon;
- kényszerhelyzeti eljárásai és annak következményei legyenek ismertek az irányító számára [14].

A felsorolásban említett feltételek önmagukban is kockázatot jelentenek a biztonságos légi forgalom-szervezés folyamatában, hiszen a megnövekedett munkaterhelés miatt az emberi hiba megjelenésének nagyobb lesz a valószínűsége. Az átlátható és jól szervezhető ökoszisztéma kiegészítő eljárásokat és további döntéstámogató rendszereket követel, a kölcsönös bizalmon alapuló légi forgalmi rendszer feltétele a transzparens működés. A távpilóta is legalább olyan jól ismerje és kezelje az RPA-t, mint az a hagyományos repülés pilótáitól elvárható légi járművek vezetése során. Az UAS automatizált vagy épp autonóm repülése egyfajta garanciát jelent útvonal- és feladattartási képességére, de további kérdéseket vet fel, hogy az ebbe a folyamatba a légi forgalmi irányító részéről korlátozások, tiltások formájában történő beavatkozás milyen változásokhoz vezet, és ez jelenthet-e veszélyt a légi forgalom többi résztvevőjére. Vajon az UAS kényszerhelyzet bekövetkezésekor alkalmazott eljárásai ismertek-e teljes mértékben az irányító számára. Az UAS-k működési tulajdonságai és eljárásai önmagukban is kutatási kérdést jelentenek abból a szempontból, hogy a repülőtér forgalmi ökoszisztémájában távpilóta által irányított, részben automatizált vagy épp részben autonóm elven működnek, vagy esetleg teljes mértékben autonóm módon repülő RPA-ról van szó. Cikkünkben ezek előnyeiről és hátrányairól is készítettünk egy rövid összefoglalást (lásd az 1. és a 2. táblázatban).

1. táblázat

*A Speciális kategóriában működő drónok [szerkesztette Vas Tímea]*

Előnyei	Hátrányai
a pilóta képes kommunikálni az irányítóval; az irányítói engedélyben foglaltak szerint tevékenykedik; CE osztályba sorolás – repülésbiztonsági és megbízhatósági garancia	az emberi hiba előfordulása lehetséges; kommunikációs többlettelek; VLOS <sup>14</sup> esetén csak rövid hatótávolságú műveletek; BVLOS <sup>15</sup> esetén magasabb kockázatok

<sup>13</sup> Situational Awareness – jártasságon, tapasztalaton és információn alapuló időbeni és magabiztos döntési képesség.

<sup>14</sup> Visual Line of Sight – látótávolságon belüli műveletek.

<sup>15</sup> Beyond Visual Line of Sight – látótávolságon kívüli műveletek.

2. táblázat

A Tanúsított kategóriában működő drónok [szerkesztette Vas Tímea]

Előnyei	Hátrányai
távpilóta nincs, önálló működés; előre definiált feladatok végrehajtására kiválóan alkalmas; a technológia rendelkezésre áll	az irányítói engedélyek, korlátozások, tiltások végrehajtása fejlett MI-t <sup>16</sup> igényel; jelenleg csak koncepciószinten létezik a szabályozás

## 4. Összegzés

Kutatásunk során a cikk fejezeteiben felsorolt jogszabályi garanciák, azonosított veszélyek és kockázatsökkentést szolgáló megoldások, valamint légitforgalom-szervezést támogató eljárások átfogó vizsgálatát végezzük. Kutatási eredményeink segítik kutatócsoportunkat abban, hogy a légi forgalmi irányító döntéstámogatását szolgáló rendszer funkcióit, megjelenítési sajátosságait, legjobb támogató megoldásait kidolgozzuk és teszteljük. Az elméleti kutatások gyakorlati alkalmazhatóságát egy szimulált repülőtéri környezetben fogjuk elvégezni, ami lehetőséget biztosít majd további veszélyek beazonosítására, a már ismert és hagyományos forgalom esetén alkalmazott irányítói eljárások felülvizsgálatára a drónok beillesztése esetén.

## Felhasznált irodalom

- [1] A Bizottság (EU) 2019/945 felhatalmazáson alapuló rendelete (2019. március 12.) a pilóta nélküli légitjármű-rendszerekről és a pilóta nélküli légitjármű-rendszerek harmadik országbeli üzemeltetéséről.
- [2] A Bizottság (EU) 2019/947 végrehajtási rendelete (2019. május 24.) a pilóta nélküli légitjárművekkel végzett műveletekre vonatkozó szabályokról és eljárásokról.
- [3] A Bizottság (EU) 2022/425 végrehajtási rendelete (2022. március 14.) az (EU) 2019/947 végrehajtási rendeletnek a „Nyílt” kategóriába tartozó egyes pilóta nélküli légitjármű-rendszerek használatára vonatkozó átmeneti időpontoknak, valamint a látótávolságon belül vagy azon kívül végzett műveletekre vonatkozó standard forgatókönyvek alkalmazása kezdőnapjának elhalasztása tekintetében történő módosításáról.
- [4] Az Európai Parlament és a Tanács 2014/35/EU irányelve (2014. február 26.) a meghatározott feszültséghatáron belüli használatra tervezett elektromos berendezések forgalmazására vonatkozó tagállami jogszabályok harmonizációjáról.
- [5] Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2018/1139. rendelete (2018. július 4.) a polgári légi közlekedés területén alkalmazandó közös szabályokról és az Európai Unió Repülésbiztonsági Ügynökségének létrehozásáról és a 2111/2005/EK, az 1008/2008/EK, a 996/2010/EU, a 376/2014/EU európai parlamenti és tanácsi rendelet és a 2014/30/EU és a 2014/53/EU európai parlamenti és tanácsi irányelv módosításáról, valamint az 552/2004/EK és a 216/2008/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet és a 3922/91/EGK tanácsi rendelet hatályon kívül helyezéséről.

<sup>16</sup> Mesterséges intelligencia.

- [6] Az Európai Parlament és a Tanács 768/2008/EK határozata a termékek forgalomba hozatalának közös keretrendszeréről, valamint a 93/465/EGK tanácsi határozat hatályon kívül helyezéséről.
- [7] Aviation Troubleshooting: Future of Deicing Technology and Effective Training for Flight in Icing Conditions. Online: <https://aviationtroubleshooting.blogspot.com/2011/01/future-of-deicing-technology-and.html>
- [8] Bottyán Zs. et al., „Rutinszerű légköri vertikális profilmérések végrehajtására alkalmas drón mérőhálózat kialakítása,” *Közlekedés és Mobilitás*, 1. évf. 1. sz. 1. p. 2022. Online: <https://doi.org/10.55348/KM.16>
- [9] E. Petritoli, F. Leccese, L. Ciani, „Reliability and Maintenance Analysis of Unmanned Aerial Vehicles”. Online: <https://doi.org/10.3390/s18093171>
- [10] ICAO Annex 2 to the Convention on International Civil Aviation. Rules of the Air 2005.
- [11] ICAO Doc 4.4.4.4. Procedures for Air Navigation Services, Air Traffic Management.
- [12] R. Huculak, „NIAR UAS Drop Testing Report Support of UAH Part 107,” Waiver Case Study 2016. Online: <https://assureuas.org/wp-content/uploads/2021/06/A14-Final-Report.pdf>
- [13] R. Clothier, Rodney A. Walker, „The Safety Risk Management of Unmanned Aircraft Systems”. Online: [https://doi.org/10.1007/978-90-481-9707-1\\_39](https://doi.org/10.1007/978-90-481-9707-1_39)
- [14] R. Schmidt et al., „Key Competences and Training of Civil Drone Pilots,” 27th ITS World Congress, Hamburg, Germany, 11–15 October 2021.
- [15] S. Drozdowski, H. Hutchinson, „Probably See and Probably Avoid,” 2010. Online: <https://skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/1243.pdf>

---

## **Type Specification Issues of Drones Being Used at Airport Operations**

*The increasing use of Unmanned Aircraft Systems (UAS) has also raised the possibility of the use of so-called work drones at airports to support „in-house” operations. These drone applications can be used primarily for weather forecasting at airports and their surroundings, inspection of the manoeuvring area, airport security, airside transport and other purposes. To perform these tasks, drones are equipped with various sensors that can be used to obtain a wide range of data such as temperature, air pressure, humidity, atmospheric characteristics, imagery etc. From a technical point of view, UAS can be either remotely piloted (RPAS) or fully autonomous systems, and can be characterised by different levels of risk in an airport environment from a safety point of view. In this article, we will explore the potential of these sub-applications, taking into account and in line with the current EU standards for drones.*

**Keywords:** *Unmanned Aircraft System – UAS, work-drone, drone application, meteorological sensor, Remote Piloted Aircraft System – RPAS, Flight Safety, European Union – EU*

---

Dr. Dudás Zoltán docens Nemzeti Közszerológálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Repülésirányító és Repülő-hajózó tanszék  <a href="mailto:dudas.zoltan@uni-nke.hu">dudas.zoltan@uni-nke.hu</a> <a href="https://orcid.org/0000-0002-8682-884X">orcid.org/0000-0002-8682-884X</a>	Zoltán Dudás, PhD Associate Professor Ludovika University of Public Service Faculty of Military Science and Officer Training Department of Aerospace Controller and Pilot Training  <a href="mailto:dudas.zoltan@uni-nke.hu">dudas.zoltan@uni-nke.hu</a> <a href="https://orcid.org/0000-0002-8682-884X">orcid.org/0000-0002-8682-884X</a>
Dr. Vas Tímea docens Nemzeti Közszerológálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Repülésirányító és Repülő-hajózó tanszék  <a href="mailto:vas.timea@uni-nke.hu">vas.timea@uni-nke.hu</a> <a href="https://orcid.org/0000-0002-0082-0370">orcid.org/0000-0002-0082-0370</a>	Tímea Vas, PhD Associate Professor Ludovika University of Public Service Faculty of Military Science and Officer Training Department of Aerospace Controller and Pilot Training  <a href="mailto:vas.timea@uni-nke.hu">vas.timea@uni-nke.hu</a> <a href="https://orcid.org/0000-0002-0082-0370">orcid.org/0000-0002-0082-0370</a>
Simon Sándor doktori hallgató Nemzeti Közszerológálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola <a href="mailto:simon.sandor@uni-nke.hu">simon.sandor@uni-nke.hu</a> <a href="https://orcid.org/0009-0009-0760-3510">orcid.org/0009-0009-0760-3510</a>	Sándor Simon PhD Student Ludovika University of Public Service Doctoral School for Military Engineering <a href="mailto:simon.sandor@uni-nke.hu">simon.sandor@uni-nke.hu</a> <a href="https://orcid.org/0009-0009-0760-3510">orcid.org/0009-0009-0760-3510</a>

---

„A TKP2021-NVA-16 számú projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NVA pályázati program finanszírozásában valósult meg.”



AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROGRAM

