

Palik Máttyás – Csermely Ildikó

## JAVASLAT A PILÓTA NÉLKÜLI REPÜLŐGÉPEK ZAJTERHELÉSÉNEK VIZSGÁLATÁRA

*Nemzetközi vonalon nincs még egységes módszer kidolgozva a drónok zajterhelésének vizsgálatára. A feladat nem egyszerű tekintettel az nemzeti kategóriába sorolás eltéréseire. Azonban egyértelműen látszik az országok szabályozásában, hogy a katonai és polgári felhasználást el kell választani egymástól és külön szabályozás alá kell vonni. A zajmérési módszer és a zajminősítés kidolgozásánál a minősítés alapját a sárkány szerkezet, a mechanikai meghajtás, a „hajtómű” elhelyezkedése és a maximális felszálló tömeg kell, hogy képezze.*

**Kulcsszavak:** pilóta nélküli repülőgépek, zaj, zajterhelés, szabályozás

### BEVEZETÉS

A pilóta nélküli repülő eszközök (a továbbiakban: drón) szabályozásával kapcsolatosan Európa most „ébred”. A drón definíciója igen széles mivel magában foglalja az összes távirányítású és autonóm légi járművet, a kedvtelési célú kisméretű, civilek által megvásárolható eszközöktől a nagyméretű nagy hatótávolságú biztonsági vagy egyéb kritikus felhasználású légi járművekig.

A zajmérési módszer kidolgozása során fontos tisztázni, hogy milyen kategóriákat állítunk föl – maximális felszálló tömeget figyelembe véve, kamerarendszer függvényében – az UAV zajminősítése szempontjából.

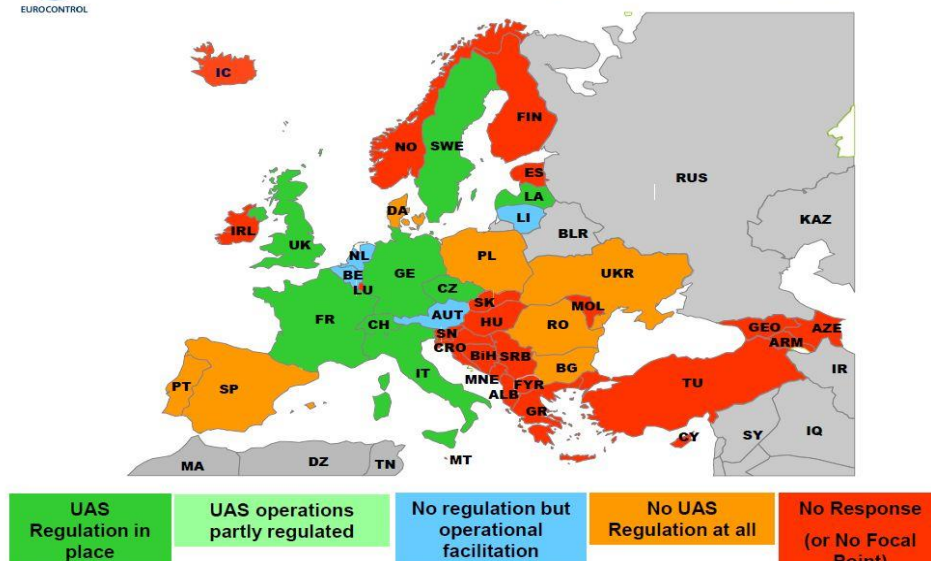
A drónra rögzített kamera rendszerek leggyakrabban kis formátumú (16/24/36 MP) digitális kamera a hasznos teher (payload), amivel többnyire a vizuális látótávolságon (VLOS, Visual Line of Sight) – 120 m alatt és 500 m-es sugarú körön (Unmanned Aircraft System Operations in UK Airspace - Guidance) - belül van lehetőség feladatot végrehajtani, ez kevesebb, mint 1 km<sup>2</sup>. (VLOS, EVLOS). Ugyanakkor elérhetők már olyan rendszerek (helikopterek 50–70 kg össztömegeg) is, ami középformátumú (60/80 MP) kamera hordozására is alkalmas, több óra repülési idővel, GPS vezérléssel, előre megtervezett vetítési középpontok alkalmazásával (BVLOS 5-10-15 km<sup>2</sup>).

Fontos megemlíteni azokat a drónokat azaz a forgalmazott eszközöket, amelyek (tri/quadro/penta/hexa/oktokopter, kisméretű helikopterek, illetve merevszárnyú repülő) professzionális felhasználásra, adatrögzítésre, légi távérzékelésre készülnek.

A fentiekre figyelembe véve mindenféleképpen külön kell kezelni zajminősítés szempontjából a polgári és katonai felhasználású, dugattyús, légcsavaros, gázturbinás drónokat.



Current Status Civ UAS Regulation in Europe per State



1. ábra A drón szabályozás Európában<sup>1</sup>

**Polgári és katonai pilóta nélküli repülő eszközök osztályozása**

A teljesség igénye nélkül az alábbiakban be kívánom mutatni néhány ország drónok kategóriába sorolását, Magyarországon a vonatkozó szabályozás kidolgozás alatt áll.

*NATO osztályozása*<sup>2</sup>

NATO UAS CLASSIFICATION						
Class	Category	Normal Employment	Normal Operating Altitude	Normal Mission Radius	Primary Supported Commander	Example Platform
Class III (> 600 kg)	Strike/Combat*	Strategic/National	Up to 65,000 ft	Unlimited (BLOS)	Theatre	Reaper
	HALE	Strategic/National	Up to 65,000 ft	Unlimited (BLOS)	Theatre	Global Hawk
	MALE	Operational/Theatre	Up to 45,000 ft MSL	Unlimited (BLOS)	JTF	Heron
Class II (150 kg - 600 kg)	Tactical	Tactical Formation	Up to 18,000 ft AGL	200 km (LOS)	Brigade	Hermes 450
Class I (< 150 kg)	Small (>15 kg)	Tactical Unit	Up to 5,000 ft AGL	50 km (LOS)	Battalion, Regiment	Scan Eagle
	Mini (<15 kg)	Tactical Subunit (manual or hand launch)	Up to 3,000 ft AGL	Up to 25 km (LOS)	Company, Platoon, Squad	Skylark
	Micro** (<66 J)	Tactical Subunit (manual or hand launch)	Up to 200 ft AGL	Up to 5 km (LOS)	Platoon, Squad	Black Widow

\*Note: In the event the UAS is armed, the operator should comply with the applicable Joint Mission Qualifications in ATP-3.3.7 (STANAG 4670) and the system will need to comply with applicable air worthiness standards, regulations, policy, treaty, and legal considerations.

\*\*Note: UAS that have a maximum energy state less than 66 Joules are not likely to cause significant damage to life or property, and do not need to be classified or regulated for airworthiness, training, etc. purposes unless they have the ability to handle hazardous payloads (explosive, toxins, chemical/ biological agents, etc.).

2. ábra A NATO osztályozása

<sup>1</sup> Zboray Zoltán: A pilóta nélküli repülőeszközök (UAV) jogszabályi környezetének és gyakorlati alkalmazásának távérzékelési aspektusai, MFGI, Budapest 2015.01.29

<sup>2</sup> ATP-3.3.7 Guidance for the training of Unmanned aircraft systems (UAS) OPERATORS Edition B Version 1 APRIL 2014

### *Az Európai Repülésbiztonsági Ügynökség<sup>3</sup>*

A légiközlekedési szabályozás (216/2008/EK rendelet) értelmében a 150 kg-nál nagyobb tömegű drónok szabályozása az egyéb légi járművekhez (személyt szállító légi járművekhez) hasonlóan történik. Az ennél kisebb tömegű drónok szabályozását az EASA egyes tagállamai saját belátásuk szerint alakítják

Az új szabályozás abban az irányban indul el, hogy a drón jellemzőinek kizárólagossága helyett azt helyezi központba, hogy **„hogyan” és „milyen körülmények között” használják a drónt.**

Fentiek alapján három kategóriát javasolnak kialakítani:

**„Nyílt” kategória (kis kockázatú):** a biztonság megteremtése az üzemeltetés korlátozásával, az ipari szabványoknak történő megfeleléssel, bizonyos funkciók meglétének megkövetelésével, valamint minimálisan előírt üzemeltetési szabályozásokkal történik. Betartatását elsősorban a rendőrség végzi.

Kategória jellemzői: Megkövetelt a folyamatos rálátás a drónra, a 25 kg-nál kisebb tömeg, a drón 150 méternél kisebb magasságú üzemeltetése, valamint a „virtuális kerítés” (geofencing) funkció megléte.

A „nyílt” kategóriában három alkategória létrehozása:

- CAT A0: „Játékok” és „mini drónok” < 1 kg
- CAT A1: „Nagyon kis méretű drónok” < 4 kg
- CAT A2: „Kisméretű drónok” < 25 kg

**„Különleges” kategória (közepes kockázat):** az üzemeltető által végzett kockázatértékelést követően engedélyezettetés a nemzeti légügyi hatósággal (NAA), esetlegesen valamely minősített szervezet (QE) segítségével. Az üzemeltetési kézikönyv sorolja fel a kockázatcsökkentő intézkedéseket.

**„Minősített” kategória (magasabb kockázat):** a személyt szállító légiközlekedéséhez hasonló szabályozások. A felügyeletet a nemzeti légügyi hatóság (NAA) (engedélyek kiadása, karbantartás, üzemeltetés, képzés, ATM/ ANS és repülőterei szervezetek jóváhagyása) valamint az Ügynökség (kialakítás és külföldi szervezetek jóvá – hagyása) végzi.


### *International Civil Aviation Organization*

„Certification & airspace integration: ICAO Unmanned Aircraft Systems (UAS), Circular 328 általános leírást ad az ICAO szabályozásáról, üzemeltetéséről, használat személyi követelményeihez. Ugyanakkor az „Manual on Remotely Piloted Aircraft System (RPAS) ” című dokumentum – 2.27. pontja – a kategóriák felállításánál javasolja figyelembe venni a maximális felszálló tömeg, meghajtás, típus/terület üzemeltetés, teljesítményt.

---

<sup>3</sup> Forrás: „Javaslat a drónok üzemeltetésére vonatkozó közös európai szabályozás létrehozására,„ című dokumentumból

Ausztria<sup>4</sup>

		Airworthiness and Operational Notice Nr. 67			
Departments AOT and LSA		Airworthiness and Operational Notice for Unmanned Aircraft up to 150 kg			
		Area of Operation			
		I undeveloped	II unsettled	III settled	IV densely popu- lated
mass up to and including 5kg		A	A	B	C
up to and including 25kg		A	B	C	D
up to and including 150kg		B	C	D	D

3. ábra Ausztria nemzeti szabályozása

Anglia<sup>5</sup>

UNMANNED AIRCRAFT CLASSIFICATION TABLE						
Class	Category	Normal Employment	Normal Operating Altitude	Normal Mission Radius	Civil Category (UK CAA)	Example Platform
Class I < 150 kg	MICRO < 2 kg	Tactical Platoon, Sect. Individual (single operator)	Up to 200 ft AGL	5 km (LOS <sup>23</sup> )	Weight Classification Group 1 (WCG)	Black Widow
	MINI 2-20 kg	Tactical Sub-Unit (manual launch)	Up to 3000' AGL	25 km (LOS)		Small Unmanned Aircraft (<20 kg)
	SMALL > 20 kg	Tactical Unit (employs launch system)	Up to 5000' AGL	50 km (LOS)	WCG 2 Light UAV (20><150 kg)	Luna, Hermes 90
Class II 150 – 600 kg	TACTICAL	Tactical Formation	Up to 10,000' AGL	200 km (LOS)	WCG 3 UAV (>150 kg)	Sperwer, Iview 250, Hermes 450, Aerostar, Watchkeeper
Class III > 600 kg	MALE <sup>24</sup>	Operational/Theatre	Up to 45,000' AGL	Unlimited (BLOS)		Predator A & B, Heron, Hermes 900
	HALE	Strategic/National	Up to 65,000' AGL	Unlimited (BLOS)		Global Hawk
	Strike/Combat	Strategic/National	Up to 65,000' AGL	Unlimited (BLOS)		

4. ábra Anglia nemzeti szabályozása

Ausztrália<sup>6</sup>

Categories	Category Characteristics: Gross Weight <sup>4</sup> , w (kg)	Airworthiness Requirements	Operational Requirements
Micro UAV	w ≤ 0.1	None	Unspecified in CASR 101.F
Small UAV	a UAV that neither a large UAV nor a micro UAV Weight, w (kg) 0.1 ≤ w ≤ 150	None, if operated over unpopulated areas, can follow large UAV process for relief of this restriction	None for operation < 400 ft. AGL over unpopulated areas For operations ≥ 400 AGL, requirements include: maximum altitude, communication requirements, operating times, operating area limitations, and UAV equipment
Large UAV	w > 150 (airplanes) w > 100 (rotorcraft) There are other specifications for airships, parachutes and lift devices	Must use experimental or restricted category airworthiness certificate, comparable to requirements under manned standards	Must have an operating certificate

5. ábra Ausztrália nemzeti szabályozás

<sup>4</sup> Zboray Zoltán: A pilóta nélküli repülőeszközök (UAV) jogszabályi környezetének és gyakorlati alkalmazásának távérzékelési aspektusai MFGI, Budapest, 2015.01.29

<sup>5</sup> Unmanned Aircraft System Operations in UK Airspace – Guidance CAP 722

<sup>6</sup> Forrás: NASA/TM Perspectives on Unmanned Aircraft Classification for Civil Airworthiness Standards

## Nemzetközi ajánlások a drónok zajminősítésére

Nemzetközi vonalon nincs még egységes módszer kidolgozva a drónok zajterhelésének vizsgálatára. A feladat nem egyszerű tekintettel az előző fejezetben a teljesség igénye nélkül bemutatott nemzeti kategóriába sorolás eltéréseire. Azonban egyértelműen látszik az országok szabályozásában, hogy a katonai és polgári felhasználást el kell választani egymástól és külön szabályozás alá kell vonni. A zajmérési módszer és a zajminősítés kidolgozásánál a minősítés alapját a *sárkány szerkezet, a mechanikai meghajtás, a „hajtómű” elhelyezkedése és a maximális felszálló tömeg* kell, hogy képezze.

### Az Európai Repülésbiztonsági Ügynökség zajvédelmi előírásai

Az Európai Repülés Biztonsági Ügynökség (a továbbiakban: EASA) nem dolgozott még ki konkrét minősítési és mérési javaslatot. Ugyanakkor az „*Concept of Operations for Drons: A risk based approach to regulation of unmanned aircraft*”, című dokumentum meghatározza, hogy a **Minősített kategóriában** drónoknak egy fajta típus bizonyítvánnyal kell rendelkeznie, amelynek egy úgy nevezett környezetvédelmi tanúsítványa is van. Ebbe a kategóriába tartozó drónok zajminősítésére az EASA a *Certification Specifications Group: CS-36 Aircraft Noise –ban foglalt* (a továbbiakban: CS 36) előírásokat írja elő alkalmazni, amely pedig az „*Annex 16 Environmental Protection I. volume – Aircraft Noise*” (a továbbiakban: Annex 16.) előírásaira épül.

### International Civil Aviation Organization zajvédelmi előírásai

Az ICAO a drónok zajterhelése tekintetében az Unmanned Aircraft Systems (UAS) című dokumentum 6.48-6.50. pontjai szerint az „*Annex 16*” dokumentumban megadott kategóriákra vonatkozó zajvédelmi követelmények teljesítését írja elő alkalmazni, feltételezve, hogy a drónok hasonló sárkányszerkezeteket és meghajtási rendszerekkel kerültek kialakításra, üzemelnek. A 12. pont szerint összehasonlítva zajterhelés szempontjából egy egymotoros légijárművet, – Cessna Skylane (1202 kg) – és a „small UA-val” megállapítható, hogy UA 10 kg hasznos teherrel 6–9 dB –el alacsonyabb zajszinttel rendelkezik.



6. ábra Cessna Skylane



7. ábra IAI Panther drón

### Német módszer a drónok zajminősítésére vonatkozóan

A drónok zajvizsgálatára vonatkozó ajánlást Austro Control dolgozott ki és adott ki az „*Anlage N zu LBTH 67 Lärmzulässigkeit von unbemannten Luftfahrzeugen bis 150 kg*” (a továbbiakban: LBTH) című dokumentumban.

Az LBTH 1 pontja szerint alkalmazni kell az ajánlást minden motoros hajtású pilóta nélküli repülőeszközre amelyet az Austro Control GmbH-val vagy Légügyi Hivatallal engedélyeztetni kell. A követelmények alól mentesülnek azok a pilóta nélküli légi járművek amelyek elektromos meghajtásúak és a maximális üzemi tömegük 5 kg.

A minősítést  $L_{Amax}$  dB (A)-ra definiálják a referencia hangnyomás 20  $\mu$ PA.

**Zajmérés pontok kijelölése:**

1 m-re talaj fölött ( $\pm 0,1$  m) 25 m-re a vonatkoztatási ponttól a repülés irányában  $45^\circ$   $90^\circ$   $135^\circ$ -ban a kipufogó oldalon (amennyiben van).

**Referencia pont kijelölése:**

- a) egy propeller hajtotta pilóta nélküli repülőgépek, légszavarag közepé;
- b) pilóta nélküli repülőgépek több propeller hajtja, legkülső légszavaragot összekötő vonal közepé;
- c) sugárhajtóműves pilóta nélküli repülőgépek, a levegő bemeneti nyílás közepé;
- d) több sugárhajtóműves pilóta nélküli repülőgépek a legkülső szellőzőnyílásokat összekötő vonal közepé;
- e) pilóta nélküli repülőgépek, a fő rotor, a középpont a fő rotor tengelye;
- f) pilóta nélküli repülőgépek több motorral, egy pontot kijelölni a motorok geometriai központjára.

**Zajterhelési határértékek:**

- dugattyús motorú pilóta nélküli légi járművek (beleértve a légszavaros UAV-t, helikoptereket) és elektromos motorú drónok esetében **82 dB**;
- Sugárhajtóműves pilóta nélküli légi járművek (helikopter) esetében **nem haladhatja meg a 90 dB (A)**.

**Referencia feltételek:**

- Reflexió elkerülésére miatt a repülőeszköz és a mikrofon környezetében 30 méteren belül ne legyen mérést befolyásoló elem;
- A mérést széllel szemben és hátszélben is el kell végezni;
- A szélsősebesség nem haladhatja meg az 5 m/s;
- A mérést mérési pontonként legalább 30 másodperc kell hogy legyen, és nagyobbat kell figyelembe venni;
- Környezeti hőmérséklet: 10–30 °C között, csapadék mentes időszakban.

**Mérési jegyzőkönyv tartalmi elemei:**

- domborzat és területi viszonyok;
- hőmérséklet;
- átlagos szélsősebesség;
- mérésre alkalmazott műszerek és a mért repülő eszköz teljesítmény és meteorológiai adatok;
- a vizsgált repülőeszköz gyártója, típusa, motorok, légszavar (fő és farokrotor amennyiben van);
- megengedett legnagyobb felszállótömeg;
- hangtompító rendszer (amennyiben van);
- repülőeszköz megengedett fordulatszáma, maximális sebessége (U/min) a fő és farokrotornak.

## Nemzetközi és nemzeti előírások a légijárművek zajminősítésére

Az ICAO a légijárművek zajminősítésére az Annex 16-t, az EASA a CS-36-t írja elő alkalmazni.

Az Annex 16. a légijárműveket zajminősítés szempontjából különböző kategóriába sorolja sebesség, meghajtás, prototípus elfogadott légalkalmassági bizonyítványának időpontja, légijármű tömege szerint. Ennek alapján az Annex 16 az alábbi kategóriákat állítja fel:

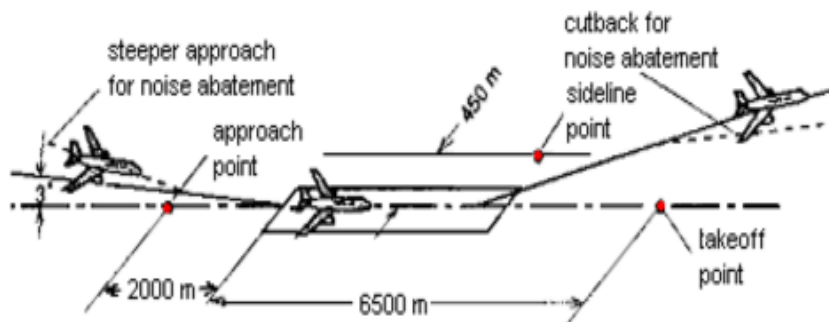
- 2. Fejezet
  - hangsebességtől lassabb gázturbina sugárhajtású repülőgépek – a prototípusra 1977. Október 6. Előtt elfogadott légi-alkalmassági bizonyítvány kérelmek;
- 3. Fejezet
  - 1. Hangsebességnél lassabb gázturbina sugárhajtású repülőgépek – a prototípus légialkalmassági bizonyítványa iránt 1977. Október 6-án és 2006 január 1. Előtt elfogadott kérelmek;
  - 2. A 5700 kg-nál nehezebb légcsavarhajtású repülőgépek – a prototípus légialkalmassági bizonyítványa iránt 1985. Január 1-én, vagy utána, és 1988. November 17. Előtt elfogadott kérelmek;
  - 3. A 8618 kg-nál nehezebb légcsavarhajtású repülőgépek – a prototípus légialkalmassági bizonyítványa iránt 1988 november 17-én és 2006 január 1. Előtt elfogadott kérelmek;
- 4. fejezet
  - 1. Hangsebességnél lassabb gázturbinás repülőgépek – 2006. Január 1. előtt elfogadott prototípus légialkalmassági bizonyítvány iránti kérelmek;
  - 2 A 8618 kg-nál nehezebb légcsavar hajtású repülőgépek – 2006. Január 1.-én, vagy utána elfogadott prototípus légialkalmassági bizonyítvány iránti kérelmek;
- 5. fejezet
  - A 5700 kg-nál nehezebb légcsavarhajtású repülőgépek – 1985. Január 1. Előtt elfogadott prototípus légialkalmassági bizonyítvány iránti kérelmek;
- 6. fejezet
  - 8618 kg, vagy könnyebb légcsavarhajtású repülőgépek – a Prototípus légialkalmassági bizonyítványa iránt 1988. November 17. előtt elfogadott kérelmek;
- 8. fejezet
  - Helikopterek;
- 10. fejezet
  - 8618 kg, vagy könnyebb légcsavarhajtású repülőgépek – a prototípusra, vagy módosított változatára 1988. November 17-én, vagy utána elfogadott légialkalmassági bizonyítvány kérelmek;
- 11. fejezet
  - 3175 kg, vagy könnyebb hitelesített maximum felszálló tömegű helikopterek;
- 12. fejezet
  - Hangsebességnél gyorsabb repülőgépek;
- 13. fejezet
  - Dönthető forgószárny tengellyel rendelkező repülőgépek;



További ajánlásokat ad az ICAO DOC 9501 AN/929 Környezeti műszaki kézikönyv a légijárművek zajminősítéséhez használt eljárások alkalmazásához.

### Légijárművek zajminősítése

A fentiek alapján a légijárművek zajminősítése leszállás, átrepülés, felszállás pontokon történik meghatározott referencia feltételek (referencia pontok, és referencia eljárások) mellett, kategóriától függően, dB (A) (8618 kg alatt) és EPN dB (8618 kg felett) szintben.



8. ábra Légijárművek zajmérőpontja a zajminősítés során

- Oldalsó referencia zajmérő pont:** a futópálya középvonalával, vagy a futópálya meghosszabbított középvonalával párhuzamos és attól 450 m oldaltávolságú egyenesen lévő pont, amelynél a felszállás során azajszint a legnagyobb;
- átrepülési (flyover) zajmérési pont:** A futópálya meghosszabbított középvonalán a felszálláshoz végzett nekifutás kezdeti pontjától 6,5 km-re elhelyezkedő pont; és
- megközelítési referencia zajmérő pont:** a futópálya meghosszabbított középvonalán a küszöbtől 2000 m távolságban a föld felületén lévő pont. Vízsíntes terep esetén ez megfelel a küszöbön belül 300 m távolságban eredő 3°-os sikló pályára alatt függőleges irányban 120 m-re (395 láb) található pontnak.

**EPNL:** Ténylegesen észlelt zajszint. A PNL értéknek a spektrális szabálytalanságokra és a zaj időtartamra korrigált értéke. (EPN dB egység használatos a dB egység helyett.) A repülőgépzaj emberre kifejtett szubjektív hatásainak egyetlen számmal kifejezett értékmérője. Egyszerűen kifejezve a pillanatnyilag észlelt zaj szintből (PNL-ből) áll, amelyet a spektrális szabálytalanságra (hangmagasság korrekciós tényezőnek nevezett korrekció, amelyet minden időpillanatban csak a legnagyobb hangmagasságra végeznek el) és az időtartamra korrigálnak. Az Annex 16. 2. függelék 4. pontja tartalmazza a tényleges észlelt zajszint kiszámítása a mért zajadatokból.

### Helikopterek zajminősítése

Helikopterek zajminősítése során a mérési módszer eltér a légijárművektől. A Helikopterek zajminősítése szintén megközelítés, átrepülés, felszállás pontokon történik, meghatározott referencia feltételek (referencia pontok, és referencia eljárások) mellett, kategóriától függően, SEL (3175 kg-ig) és EPN dB (3175 kg felett) szintben.

### Légijárművek zajminősítésének hazai szabályozása

A hazai szabályozást a motoros légijárművek zajkibocsátásának korlátozásáról szóló 49/1999. (XII. 29.) KHVM rendelet tartalmazza. A rendelet eltér a nemzetközi szabályoktól és más kate-



góriákat alkot annak ellenére, hogy Magyarországnak az ANNEX 16 szerint kellene a légi járművek minősítést szabályoznia. Ezért jelen dokumentumban a jogszabály elavultságára tekintettel nem kívánom a minősítés főbb szabályait bemutatni.

### Javasolt kategóriák a Drónok zajminősítéséhez

Figyelembe véve a korábbi fejezetekben leírtakat a feladat nehézségét a kategóriák felállítása adja, a csoportosítás sokféle módon megtehető.

- hajtások száma szerint;
- meghajtás típusa szerint (elektromos, üzemanyagos);
- szárny szerkezet szerint (merevszárnyú és rotoros);
- méret szerint (nano drone-októl a ember vezette repülőgép méretűek).

**Hajtások száma szerinti megkülönböztetésnél** elválnak a repülő és helikopter típusú UAV-k. Itt elsősorban a copter típusú gépekre térnek ki.

A klasszikus helikopterek és a multikopterek kerülnek csoportosításra. A helikopter és a multikopter közti meghatározó különbség az, hogy míg a helikoptereknél a forgószárnyak dőlésszögének változtatásával változtatják a felhajtóerőt, addig a multikoptereknél a fix dőlésszögű rotortok forgási sebességének változtatásával teszik ezt. A multikopterek több rotortal, karral és motorral rendelkező, azok által a levegőbe emelkedő és ott tartott repülőgépek. A multikopterek leggyakoribb fajtái a quadrokopterek, melyek 4 karon 4 motorral (quadkopter) rendelkeznek. Ezen kívül használnak még:

- 3 karon 3 motoros;
- 3 karon 6 motoros;
- 6 karon 6 motoros (hexakopter);
- 8 karon 8 motoros (octokopter).



9. ábra Példa a multikopterekre

Tekintettel a drónok nagy számára és a típus változatosságára a minősítés során figyelembe kell venni az adott drón sárkány szerkezetét és meghajtását és tömegét.

Ennek alapján az alábbi kategóriákra vonatkozó zajminősítő egyenértékű eljárások kidolgozását javaslom:

- 1) multikopter pilóta nélküli repülő eszközök és nem merev szárnyú pilóta nélküli repülő eszközökre alkalmazhatók,
- 2) merev szárnyú pilóta nélküli repülő eszközökre alkalmazhatók

Jelen dokumentumban a merev szárnyú pilóta nélküli repülőeszközökre minősítési módszer nem kerül bemutatásra.

Jelen mérési módszer alkalmazása a 450 kg maximális tömeget meg nem haladó drónokra javasolt. Azon drónok esetében, amelyeknek maximális megengedett tömege meghaladja a 450 kg zajminősítésükre vonatkozóan javasolom alkalmazni az Annex 16 és kapcsolódó „DOC”-oknak az előírásait.

### **Multikopter és nem merevszárnyú pilóta nélküli repülőeszközök zajminősítése**

A minősítő eljárás javasolt alkalmazni az EASA által jelenleg megadott kategóriát figyelembe véve 4 kg-nál nehezebb repülőeszközökre.

A multirotoros repülőeszköz nem sorolható egyértelműen a helikopterek és repülőgépek közé sárkányszerkezeti és meghajtási kialakításuk miatt. Ugyanakkor felépítésüket tekintve mégis csak a helikopterekhez állnak közelebb, ezért a javasolt minősítési eljárás kidolgozása során helikopterzaj elméletét vesszem figyelembe ezen repülőeszközök tekintetében.

A zajminősítési szint teljesítését bizonyítani hivatott vizsgálatok felszállások és leszállások és átrepülések sorozatából állnak, az alábbiakban meghatározott referencia zajmérés pontokon.

- 1) Az átrepülési (flyover) zajmérés pont;
- 2) A megközelítési zajmérés pont;
- 3) A felszállási referencia zajmérő pont.

Továbbá ezekhez a pontokhoz tartozó referencia eljárásokat szükséges megadni a minősítéséhez.

#### *Referencia átrepülési (flyover) zajmérés pont*

A föld felületén a repülési pálya közép vonala alatt a kijelölt repülési szakasz felező pontja a repülési pálya referencia pontja.

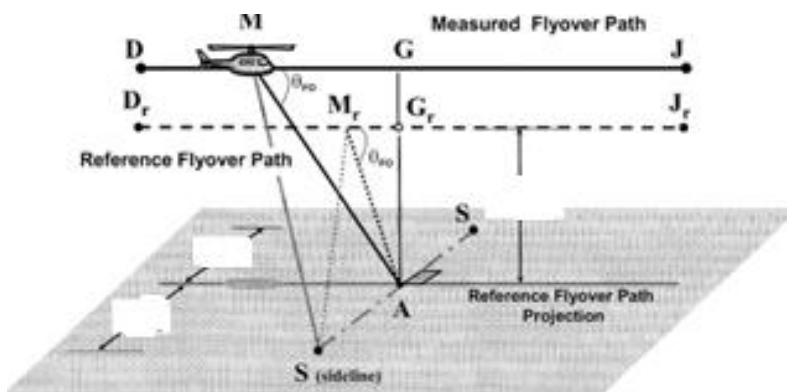
Az átrepülési referencia eljárásban meghatározott repülési pálya két oldalán, a repülési pálya referencia ponton átmenő egyenesen a föld felszínén szimmetrikusan 25-25 m-re elhelyezett két további pont.

#### *Átrepülési referencia eljárás*

A repülőeszközt a repülési pálya referencia pont felett 3 méteren  $\pm 0,1$  méter magasságon szint-repülésben kell stabilizálni, az átrepülési referencia eljárás során a maximális km/h sebességet kell mind végig tartani. A zajmérő műszert 1,5 méter magasságban szükséges elhelyezni.

Az átrepülés során a repülőeszköz magassága az átrepülési pontban mért referencia magasságtól  $\pm 0,2$  m-nél nagyobb mértékben ne térjen el.

A megközelítési zajvizsgálat alatt az  $5,5^\circ$  és a  $6,5^\circ$ -os megközelítési szögek által határolt légtérben a repülőeszközt stabilizált állandó sebességű megközelítésre kell állítani.



10. ábra Referencia zajmérési pontok az átrepülési zajvizsgálatánál

### A megközelítési referencia zajmérési pont

A föld felületén a repülési pálya közép vonala alatt a kijelölt repülési szakasz felező pontja a repülési pálya referencia pontja.

A megközelítési referencia eljárásban meghatározott repülési pálya két oldalán, a repülési pálya referencia ponton átmenő egyenesen a föld felszínén szimmetrikusan 25–25 m-re elhelyezett két további pont.

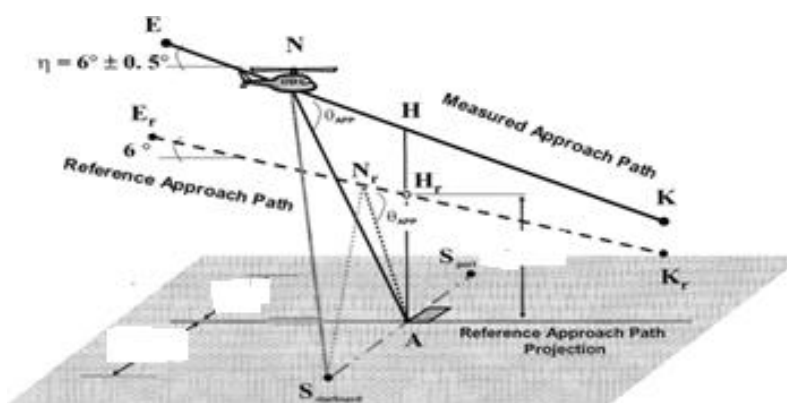
### A megközelítési referencia eljárás

A repülőeszköz legyen stabilizált és 6 fokos sikló pályát kövessen;

A megközelítést a legjobb emelkedési sebességgel kell végrehajtani, a megközelítés során végig stabilizált teljesítménnyel, a zajmérő pont felett átrepülve és a normál földet éérésig folytatott megközelítéssel;

A megközelítést a megközelítéshez engedélyezett maximum normál üzemi fordulatszámom stabilizált rotor sebességgel kell végrehajtani;

Kiengedett futóművel kell tartani mindvégig a megközelítési referencia eljárás során.



9. ábra Referencia zajmérési pontok az megközelítési zajvizsgálatánál

### A felszállási referencia zajmérő pont

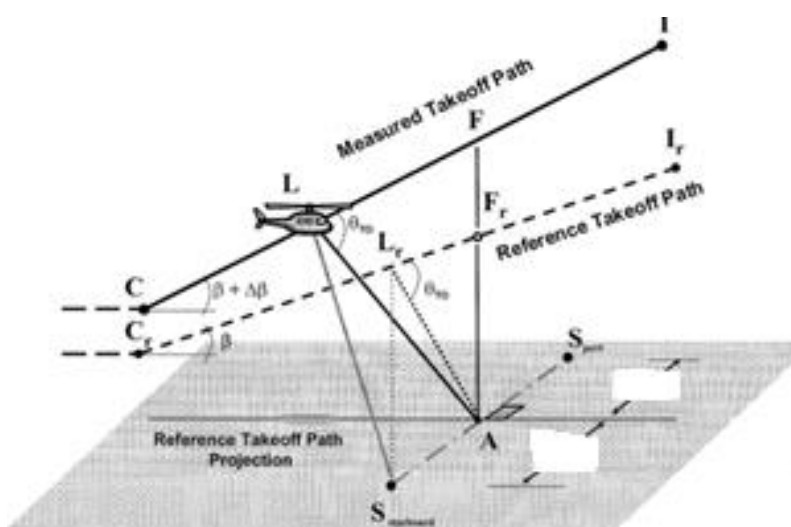
A föld felületén a repülési pálya közép vonala alatt a kijelölt repülési szakasz felező pontja a repülési pálya referencia pontja

A felszállási referencia eljárásban meghatározott repülési pálya két oldalán, a repülési pálya referencia ponton átmenő egyenesen a föld felszínén szimmetrikusan 25 - 25 m-re elhelyezett két további pont.

### A felszállási referencia eljárás

A repülőeszközt a következők szerint kell stabilizálni:

- a maximum felszálló teljesítményt el kell érni.
- a felszállási referencia eljárás során a legjobb emelkedési sebességhez tartozó sebességet végig tartani kell;
- a referencia felszálló pálya – definíció szerint – egy egyenes vonalú szakasz, amely a kezdőponttól (a központi mikrofonhely előtt 25 m-től és a föld felett 0,3 m-től emelkedik olyan szögben, amelyet a legjobb emelkedési mérték (BRC - Best Rate of Climb) és az illető hajtómű széria leggyengbb hajtóművének teljesítményéhez tartozó  $V_y$  határoz meg.



1210. ábra Referencia zajmérési pontok az felszállási zajvizsgálatánál

Minden eljárásban a mérő pontokat legalább 6 alkalommal kell átrepülni. A vizsgált eredményeknek egy átlag  $L_{Amax}$  és ennek 90%-os megbízhatósági határértéket kell eredményezni. A zajszint a mérőpont felett végzett összes érvényes korrigált mérések átlaga. Kellő mennyiségű mintának kell lenni, ahhoz, hogy a  $\pm 1,5$  dB (A)-t meg nem haladó 90%-os megbízhatósági határérték statisztikailag megállapítható legyen.

A vizsgálatot a repülőeszköz vonatkozó engedélyezett maximum tömegének 90 százalékánál nem kisebb tömeggel kell végrehajtani és végrehajtható a vonatkozó engedélyezett maximum tömeg 105 százalékát meg nem haladó tömeggel is. 90 dB  $L_{Amax}$  érték amit a minősítés során a repülőeszközök nem léphetnek át.

$L_{Amax}$  meghatározása a következő: a súlyozott A hangnyomásszintnek (lassú reagálás) a szabvány referencia hang nyomás ( $P_0$ ) négyzetéhez viszonyított és decibelben megadott maximum szintje.

### További javaslatok a mérés egyéb körülményeire

A szembeszélben végrehajtott szintrepülések száma egyezzen meg a hátszélben végrehajtott szint repülések számával. A cél a szél átrepülési zajszintekre gyakorolt hatásának minimalizá-

lása. Gyakorlati megfontolásokból, ha a földfelszín felett 10 m (33 ft) magasságban mért repülés irányú abszolút szélsősebesség 6 km/h-nál (3 kt-nál) kisebb, úgy a szél hatása elhanyagolhatóan vehető.

A sebesség meghatározása történhet a repülőeszköz pályáján két ismert távolságra lévő pont közötti elhaladás idejének megméréséből, az átrepülési zajmérések közben. A két pontnak a zajmérés mikrofonszövegét közre kell foglalnia.

A repülőeszköz tömegének a maximum felszálló tömeg 90 és 105 százaléka közé kell esnie a felszállási és átrepülési esetekben, és a maximum leszálló tömeg 90 és 105 százaléka közé a megközelítési esetben.

### **Mérési és mérőrendszeri követelmények**

Környezeti levegő hőmérséklet 35 °C-nál nem több és -10 °C-nál nem kevesebb, valamint a relatív páratartalom 95 százaléknál nem magasabb és 20%-nál nem alacsonyabb a földfelszín felett 10 méter (33 láb) magasságban lévő pont és a légi jármű közötti teljes zajpályán;

Csapadék mentes időszak szükséges a mérés során.

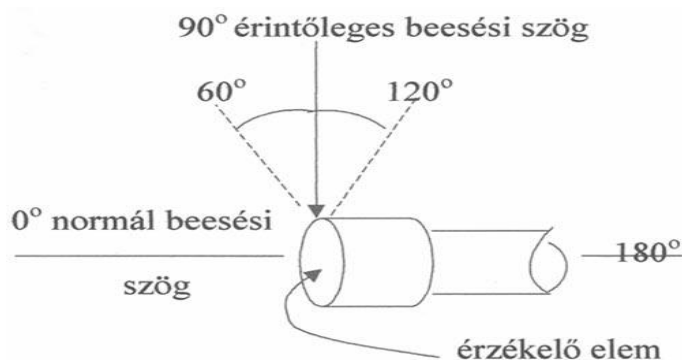
A levegőben lévő repülőeszköz zajának méréséhez túlzott hangelnyelő tulajdonsággal (mint amit a sűrű, tömörödött, vagy hosszú fű, bokrok vagy erdős területek okoznak) nem rendelkező viszonylag lapos környezetű terepet kell kiválasztani. Nem lehetnek a repülőeszköz zajmezőjét jelentősen befolyásoló akadályok a mikrofon alatt függőlegesen lévő pont feletti kúpos térben, amely kúpot a földfelszínre merőleges tengely és e tengelyhez képest mért 80°-os fél-szög határoz meg.

A mikrofont úgy kell felszerelni, hogy az érzékelőelem közepe 1,5 m magasságban legyen a helyi terep felülete felett, beesés irányra állítva, azaz az érzékelő elemnek alapvetően abba a síkban kell elhelyezkednie, amit a repülőeszköz névleges repülési pályája és a mérőállomás alkot. A mikrofon függesztési megoldás olyan legyen, amely a lehető legkisebbre csökkenti a mérendő hang tartóelemek általi interferenciáját. Az 13. ábra szemlélteti a mikrofonnal kapcsolatos beesési szögeket.

Az összes mikrofont egy ismert irányba kell beállítani, hogy az észlelt és legnagyobb erősségű hang lehetőleg pontosan abból az irányból érkezzon, amelyre a mikrofonokat kalibrálták. A mikrofonok érzékelő elemei a földtől kb. 1,2 m (4 -láb) magasságban legyenek elhelyezve.

A spektrális elemzéshez (lassú (SLOW) időszűréssel, vagy anélkül) az egymást követő hangnyomás szint minták közötti időtartam 500 ms  $\pm$  5 ms legyen;

Ha az elemző készülékben lassú (SLOW) idő átlagolás megy végbe, akkor az egyharmad oktávós elemző rendszer egy állandó szinuszos jel hirtelen beérkezésére, vagy megszakadására való reagálást, az adott egyharmad oktáv névleges középsáv frekvenciáján, a beérkezését követően 0,5; 1; 1,5 és 2 másodperc időpillanatban vett mintán, illetve a megszakadást követően a 0,5 és az 1 másodperces mintavételi időpillanatokban kell mérni.



11. ábra Mikrofon hang beesési szögek szemléltetése

A mérőrendszer akusztikus érzékenységét ismert frekvencián ismert hangnyomásszintet előállító akusztikus kalibráló berendezés használatával kell meghatározni.

Elegendő számú hangnyomás szintkalibrálást kell végezni a napi munka során annak biztosítása érdekében, hogy a mérő rendszer akusztikai érzékenysége ismert legyen az egyes ellenőrzés sorozatokhoz tartozó fennálló környezeti feltételekre vonatkozóan. A mérőrendszer megfelelőnek akkor minősíthető, ha az adott napon a közvetlenül a méréssorozat előtt és után mért akusztikai érzékenységi szintek közötti eltérés nem haladja meg a 0,5 dB-t. A 0,5 dB-es határ a kalibrátor kimenő szintjére mindenféle légköri nyomás korrekció meghatározását követően alkalmazandó. Az elő- és utómérések számtani középértékét kell alkalmazni a mérőrendszer adott vizsgálat sorozat alatti érzékenységének bemutatására

A mérőponton tapasztalható háttérzajt a mérőrendszer erősítését a repülőgép zajméréséhez használt szintre állítva rögzíteni kell (legalább 30 másodperces tartamban). A rögzített háttérzaj minta feleljen meg az ellenőrző vizsgálat során fennálló háttérzaj viszonyoknak.

## JAVASLAT A PILÓTA NÉLKÜLI REPÜLŐESZKÖZÖK ZAJVÉDELMI SZEMPONTÚ JOGI SZABÁLYOZÁSÁRA

Nem elhanyagolható az a tény, hogy napjainkban a pilóta nélküli repülő eszközök egyre nagyobb teret nyernek szerte a világban és ez magával vonzza az adott környezet zajterhelésének változását, mellyel foglalkozni szükséges. A kidolgozott mérési módszerek alapján kapott eredményeknek beilleszthetőnek kell lennie az adott ország nemzeti zajszabályozásába oly módon, hogy azt minősíteni lehessen olyan határértékre, amely ténylegesen zavarja a környező lakosságot. Szomszédjogi zavarásnak csak az a zavarás minősülhet, mely folyamatos és ismétlődő. Lenkovich Barnabás állampolgári jogok országgyűlési biztosa által kiadott jelentése szerint a szükségtelen zavarás fogalma kifejezi, hogy a zavarás bizonyos – mindig az egyedi esetben meghatározható - köre felfogható szükségesnek, azaz a zavarás valamely szintjét mindenki köteles eltűrni. Figyelembe véve az emberek eltérő tolerancia szintjét nagyon nehéz behatárolni a határértékek felállításánál, hogy mi az az érték és mi az a mértékegység, amit fel kell ahhoz állítanunk egy mérés vagy minősítés során ami még mindenki számára elfogadható és nem minősül zavarásnak. Nem szabad a tényt elfelejtenünk, amelyet az Európai Emberjogi bíróság már 1994-es határozatában megállapított még pedig azt, hogy a zajhatás szomszéd jogi probléma lenne, de az egészséges emberi környezethez való jog európai emberjogi alapelvnek minősül. Meg kívánom jegyezni, hogy a jelen dokumentumban bemutatott mérési módszer és mérési



távolságok csak elvi javaslatok azokat mérések nem előzték meg, fontos lenne a lefektetett elvet további vizsgálatok alá vetni és tekintettel a fenti jogi okfejtésre fontos lenne a hazai jogalkotóknak is a nemzeti szabályozásába beépíteni ezzel is megelőzve és kezelhetővé téve egy ránk váró megoldandó újabb 21. századi közlekedési eszköz zajártalmából adódó környezetvédelmi terhelés kezelését és csökkentését.

#### FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Bera József – Pokorádi László: Helikopter zaj elmélete és gyakorlata Campus Kiadó, 2010. december
- [2] ICAO ANNEX 16/I Környezetvédelem: Légijárművek zaja
- [3] ICAO DOC 9501: Környezeti Műszaki kézikönyv légijárművek zajminősítéséhez használt eljárások alkalmazásához
- [4] A motoros légijárművek zajkibocsátásának korlátozásáról szóló 49/1999 (XII.29.) KHVM-KTM rendelet
- [5] Atp-3.3.7 Guidance for the training of Unmanned aircraft systems (uas) OPERATORS Edition B Version 1 APRIL 2014
- [6] Unmanned Aircraft System Operations in UK Airspace – Guidance CAP 722
- [7] Zboray Zoltán: A pilóta nélküli repülőeszközök (UAV) jogszabályi környezetének és gyakorlati alkalmazásának távérzékelési aspektusai, MFGL, Budapest, 2015.01.29
- [8] NASA/TM Perspectives on Unmanned Aircraft Classification for Civil Airworthiness Standards
- [9] Anlage N zu LBTH 67 Lärmzulässigkeiten von unbemannten Luftfahrzeugen bis 150 kg
- [10] European Aviation Safety Agency: Certification Specifications Group: CS-36 Aircraft Noise
- [11] European Aviation Safety Agency Concept of Operations for Drons: A risk based approach to regulation of unmanned aircraft
- [12] Julesz Máté: Környezetvédelem polgári jogi vonatkozásai PhD-értekezés, Pécs 2007
- [13] Az állampolgári jogok országgyűlési biztosának jelentése OBH 1981/2003

---

---

#### PROPOSAL FOR THE NOISE IMPACT ASSESSMENT OF UNMANNED AIRCRAFTS

*Currently, there exists no international standard method for the assessment of the noise impact of drones. Due to the differences in national classification systems, this task is not easy. However, national regulations clearly show that military and civil uses should be separately regulated. When developing noise measurement methods and noise rating schemes, the basis for such rating should be based on fuselage structure, mechanical drive, “propulsion unit” position, and maximum take off mass.*

**Keywords:** *unmanned aircrafts, noise, noise impact, regulation*

---

---

Dr. PALIK Mátyás (PhD)  
egyetemi docens  
Nemzeti Közszerződési Egyetem  
Hadtudományi és Honvédtisztoképző Kar  
Katonai Repülő Intézet  
Repülésirányító és Repülő-hajózó Tanszék  
palik.matyas@uni-nke.hu  
orcid.org/0000-0002-2304-372X

---

Dr. PALIK Mátyás (PhD)  
Associate Professor  
National University of Public Service  
Faculty of Military Science and Officer Training  
Institute of Military Aviation  
Department of Aerospace Controller and Pilot Training  
palik.matyas@uni-nke.hu  
orcid.org/0000-0002-2304-372X

---

CSERMELY Ildikó (MSc)  
Zajvédelmi szakértő, projektmenedzser  
Akusztika Mérnöki Iroda Kft.  
csermely.ildiko@akusztikakft.hu  
orcid.org/0000-0002-7332-2743

---

CSERMELY Ildikó (MSc)  
Noise protection expert, project manager  
Akusztika Mérnöki Iroda Kft.  
csermely.ildiko@akusztikakft.hu  
orcid.org/0000-0002-7332-2743

---



[http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2016\\_1/2016-1-15-0342\\_Csermely\\_I-Palik\\_M.pdf](http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2016_1/2016-1-15-0342_Csermely_I-Palik_M.pdf)