



Amikor a drón már nem egyedül dönt

Autonóm rendszerek és a digitális légtér
szerepe

Dr. Zsedrovits Tamás · Pázmány Péter Katolikus Egyetem –
UAV Vision Lab

HTE Digitális Légtér Technológiák Konferencia 2026 ·
Budapest, Ericsson Ház · 2026. március 10.



A „magányos farkas” mítosza

A korai tech-marketing a drónt **önállóan gondolkodó repülő szuperszámítógépként** ábrázolta. **2026-ban ez veszélyes illúzió.**

Fedélzeti réteg

Szenzorok és algoritmusok

Kommunikáció

5G, AGA infrastruktúra

Digitális légtér

UTM / U-Space szolgáltatások

Szabályozás

Üzemeltetési környezet

❑ **A „magányos” drón egy halott drón. Az autonómia egy csapatsport.**

Az autonómia szintjei – hol tartunk ma?

5

5 – Teljesen autonóm
Nincs emberi beavatkozás

3-4

**3-4 – Feltételesen /
nagy mértékben autonóm**
← Ma itt tartunk

2

2 – Részlegesen autonóm
Akadálykerülés, auto-leszállás

1

1 – Automatizált
Waypoint repülés, emberi felügyelet

0

0 – Manuális
Teljes emberi irányítás

EASA NPA 2025-07

Az első AI-szabályozási javaslat a repülésre:

Level 1A-1B

AI érzékel és javasol, de az ember dönt

Level 2

Human-AI teaming – közös döntéshozatal

Level 3+

Növekvő AI-autonómia

☐ A konzultáció határideje: **ma, 2026. március 10.**

A mikro-szint: fedélzeti intelligencia

Mit tud?



Szenzorok

Kamera, IMU, LiDAR, barométer



Algoritmusok

SLAM, optikai áramlás, objektumdetektálás



Képességek

Akadályelkerülés, vizuális navigáció

A korlátok

Kiváló a **lokális túlélésre** – de „rövidlátó”:

- Nem látja a szomszéd utcából beforduló drónt
- Nem tud az induló mentőhelikopterről
- Nem ismeri a hirtelen lezárt légteret
- Nem képes stratégiai dekonfliktálásra



Lokális optimalizáció □
globális légtérkezelés



Mit „lát” valójában a drón?

PPKE UAV VISION LAB

Vizuális Sense-and-Avoid

Kamera-alapú, nem kooperatív légi jármű-detektálás kis drónokra – fedélzeten, valós időben:

1 km

Detektálási hatótáv

~1 m pontossággal

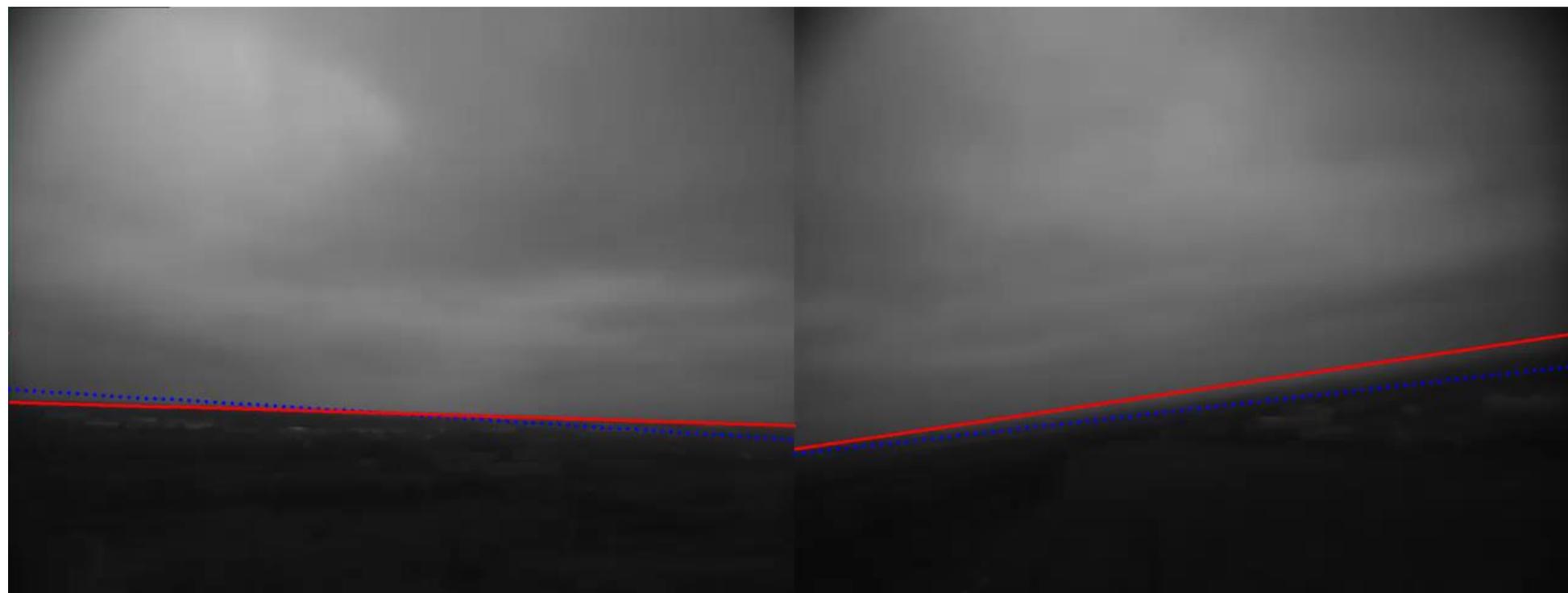
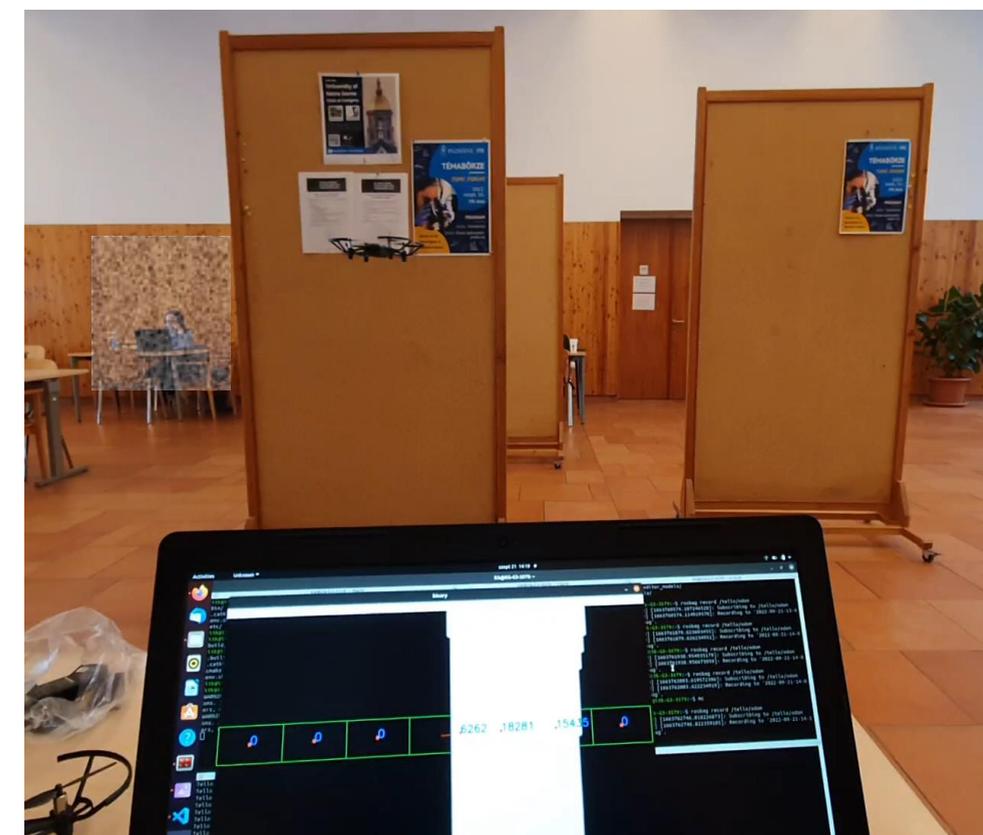
<10 W

GPU fogyasztás

100 Mpixel/s feldolgozás

Biomotivált ütközésselkerülés

Emlősök vizuális rendszere inspirálta –
GPS, radar és felhőkapcsolat nélkül
működik.



A láthatatlan probléma

Mi van, ha a drón olyat lát, amit soha nem tanult?

Zárt halmaz (closed-set)

Csak az **ismert objektumtípusokat** azonosítja.
Ami nincs a tanítóhalmazban → **láthatatlan/rossz osztály.**



Nyílt halmaz (open-set)

Az ismeretlent is detektálja mint **potenciális veszélyforrást**. Rovar? Sárkányrepülő? Lufi? Ismeretlen drón? → **Jelzi.**

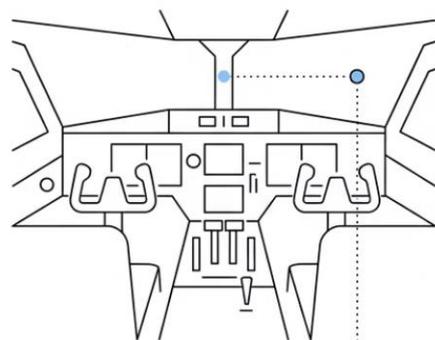


📄 Ez a **BVLOS biztonság kulcsa** – a fedélzeti intelligencia szükséges, de nem elégséges. Ehhez kell a makro-szint: a **digitális légtér.**

A makro-szint: a digitális légtér

A drón „kiterjesztett tudata”

Mikro szint (fedélzeti)



helyi túlélés

ezredmásodpercek

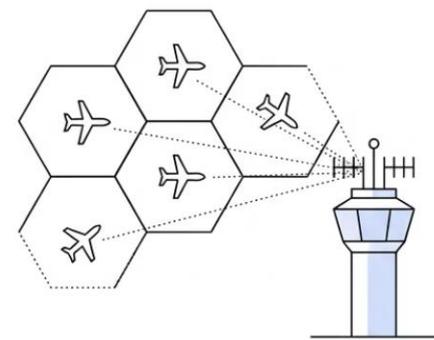
érzékelési tartomány



pilóta reflexek



Makro szint (digitális légtér)



globális koordináció

másodpercek - percek

teljes légtér

légiforgalmi irányító



U-Space szolgáltatási szintek

1

U1

e-regisztráció, e-azonosítás, geofencing

2

U2

Repülési terv, engedélyezés, nyomon követés

3

U3

Forgalom-előrejelzés, automatizált DAA

4

U4

Teljes autonómia és ATM integráció

☐ A felhő (UTM) a **karmester**. A drón (AI) a **végrehajtó**.

Mérnöki bizonyíték: a rendszerszintű megközelítés működik

NASA UTM TCL4

300-

Adatgyűjtő re

8 élő drón + 15 sz

Dallas-Fort Worth

Az első BVLOS vizuális
DroneUp és **Zipline** eg
UTM szeparáció

UAS OPERATIONS IN A HIGH-DENSITY AIRPORT
ENVIRONMENT

Paul Sichko, Vice President – Operations,
Dallas-Ft. Worth International Airport

ICUAS 2018 – Dallas, Texas, 2018.06.14



32 ms

SS késleltetés

. percentilis

A drónok nem a kameráikkal kerülgetik egymást – az UTM
rendszerük a **felhőben egyeztetik az útvonalakat.**

Itt dől meg végleg az egyedül döntő drón mítosza.



Reziliencia: mi történik, ha baj van?

Normál mód

GNSS kiesés

Visszaesés

Biztonságos visszatérés

Normál üzemmód

GNSS pozíció → UTM útvonal → 5G telemetria → **teljes autonómia**

„B terv” – GNSS kiesés esetén

Vizuális odometria / SLAM átveszi a navigációt. A rendszer **nem omlik össze – üzemmódot vált.**

A PPKE UAV Vision Lab SLAM kutatásai pontosan ezt a „B tervet” biztosítják.

A jövő, ami már itt van

MAGYAR PÉLDÁK



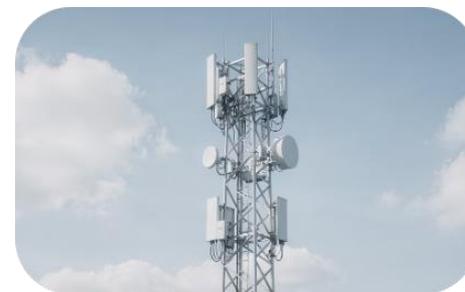
TerraSky.ai 🏆

HTE Innovátor 2024 –
BVLOS repülések, AI-
alapú napeleminspekció.
A drón: **hálózatba
kapcsolt repülő IoT
szenzor.**



HungaroControl & mydronespace

Magyarország az **EU első
tagállamai között**
üzemeltetett UTM
megoldást (2021).



Pro-M – szélessávú AGA

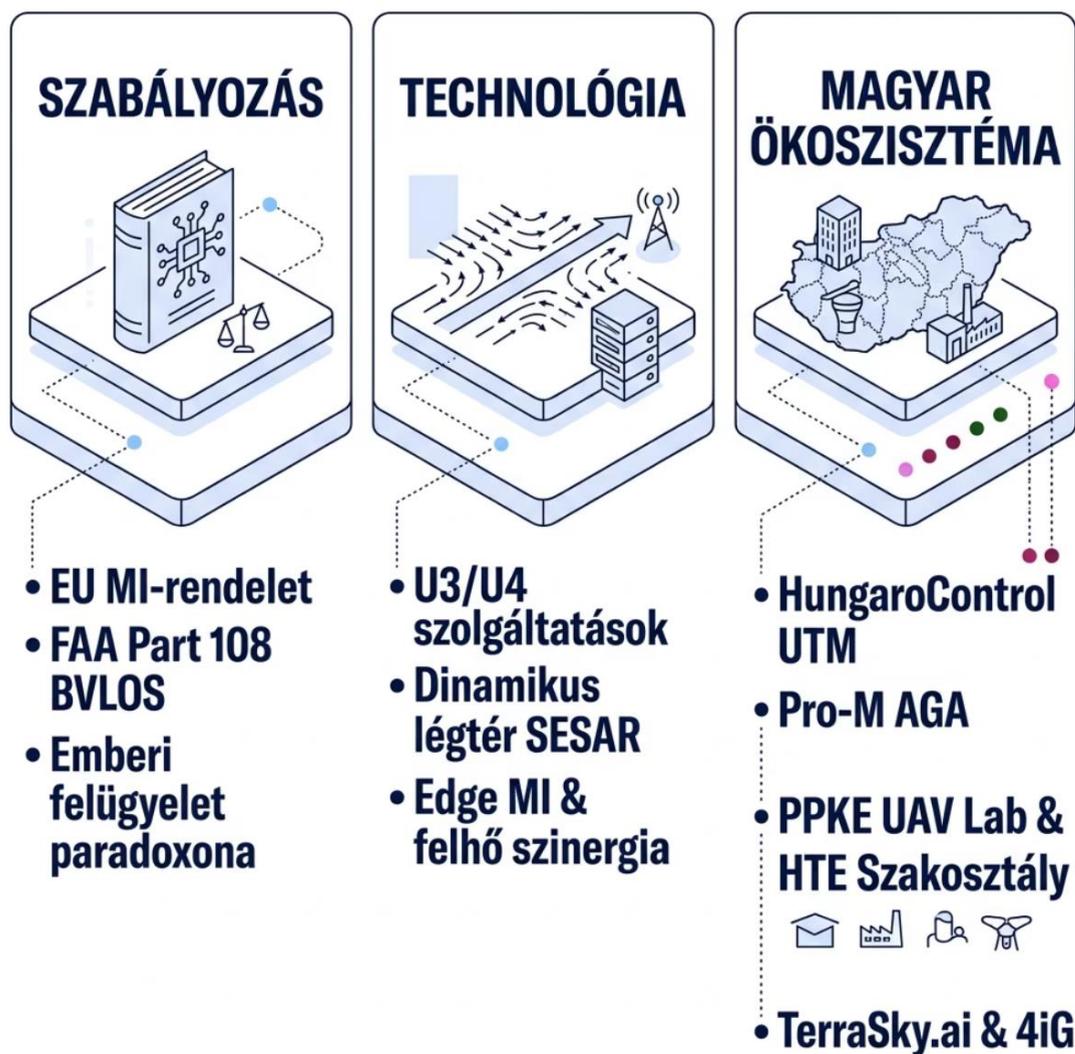
EDR keskenysáv →
szélessáv, **UTM-
kompatibilis** országos
infrastruktúra.



Kínai kontrasztpont

780 000 kereskedelmi
cargo-drón sortie
Shenzenben, 5G-
Advanced hálózaton.
Városi adatinfrastruktúra.

A drónökoszisztéma következő lépései



Szabályozás

EU AI Act → EASA NPA
2025-07: AI trustworthiness a repülésben

FAA Part 108: BVLOS normalizálás (Executive Order, 2025)

„Human oversight” paradoxon: szabályozás az embert igényli, technológia a gépet kínálja

Technológia

U3/U4 szintű szolgáltatások → autonóm műveletek skálázása

Dynamic Airspace Reconfiguration (SESAR ENSURE)

Edge AI + felhő szinergia

Záró gondolat

A kérdés már nem az, hogy lesznek-e autonóm drónok.

Az autonómia egy csapatsport.

Mikro-szint

Fedélzeti intelligencia – lokális döntéshozatal, valós idejű reakció

Makro-szint

Digitális légtér – globális koordináció, biztonságos skálázás

Senki nem dönt egyedül – és Magyarországon aktívan építjük ezt az ökoszisztémát.

Köszönöm a figyelmet! zsedrovits.tamas@itk.ppke.hu · itk.ppke.hu/en/uav-vision-lab

Hivatkozások

1.EASA – Easy Access Rules for U-space

<https://www.easa.europa.eu/en/document-library/easy-access-rules/easy-access-rules-u-space-regulation-eu-2021664>

2.EASA – AMC and GM to Implementing Regulation (EU) 2021/664

<https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/AMC and GM to Implementing Regulation EU 2021-664 - Issue 1.pdf>

3.SESAR Joint Undertaking – U-space Implementation Handbook (2025)

<https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/reports/U-space%20implementation%20handbook.pdf>

4.SESAR – U-space Concept of Operations (CONOPS)

<https://horizoneuropencpportal.eu/sites/default/files/2024-05/sesar-u-space-concept-of-operation-4th-edition-2023.pdf>

5.NASA – UTM TCL4 Flight Test Results

<https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2024/04/2020-rios-aviation2020-tcl4-508-0.pdf>

6.Ericsson – Digital Airspace and Mission Critical Communications

<https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report/articles/digital-airspace-enabling-mission-critical-communications>

7.HTE Digitális Légtér Technológiák Konferencia 2026 – hivatalos program

<https://www.hte.hu/digitalislegter2026>

8.ICUAS 2018 Proceedings

<https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/8428793/proceeding>

9.Zipline Shorts – UTM

<https://www.youtube.com/watch?v=oafCitqnJqA>

10.Zipline Delivery

<https://www.youtube.com/watch?v=airEzThGlx8>

11.Making Drone Delivery History at the Dallas-Fort Worth UTM Key Site

<https://www.commercialuavnews.com/faa-makes-drone-history-in-dallas-area>

12.UAV Vision Lab

<https://itk.ppke.hu/en/uav-vision-lab>