

Pilóta nélküli légi járművek alkalmazása és elhárítása a rendészeti gyakorlatban

A NEROD RF drónelhárító technológia alkalmazhatósági vizsgálata¹

ERDŐS Ákos²

Az elmúlt évtizedekben a pilóta nélküli légi járműveket (unmanned aerial vehicle, drón) egyre többen és egyre változatosabb célokra kezdték használni. A pilóta nélküli légi járművek népszerűségének növekedésével előtérbe került az illegális célokra történő felhasználásuk is. A közelmúltban ezért robbanásszerű növekedés figyelhető meg a drónelhárító technológiák területén is.

A kutatás célja, a NEROD RF[®] hordozható drónelhárító eszköz magyarországi környezetben történő rendészeti célú alkalmazhatósági vizsgálata volt. 2024 júliusában alkalmazhatósági vizsgálatot (usability testing) végeztünk Budapest közigazgatási területén. A kutatásban kevésbé formalizált módon, kvalitatív adatok gyűjtésével vizsgáltuk a drónelhárító eszköz rendészeti gyakorlatban történő alkalmazhatóságát. Az eredmények értékeléséhez SWOT-analízist végeztünk.

A drónelhárító eszköz egyszemélyes operátor által alkalmazva is gyorsan bevethető (< 60,0 s). Az eszköz 2,4 GHz frekvenciatartományban minden mérésnél képes volt a drónok és a drónpilóta közötti kommunikációs protokoll megzavarására. A jelzavarás minden esetben a drónelhárító eszköz által történő kisugárzást követő 0,0-5,0 másodperc (s) alatt következett be. A drónelhárító eszköz különösen azokon a szakterületeken alkalmazható, ahol: (1) a drónfenyegetettség magas; (2) telepített drónelhárító eszközök alkalmazására nincs lehetőség, vagy az nem indokolt; (3) fontos a mobilitás; (4) a rádiófrekvenciás jelzavarás más eszközök működtetését nem veszélyezteti.

Kulcsszavak: rendészet, pilóta nélküli légi jármű, drón, drónelhárító technológia, alkalmazhatósági vizsgálat, terrorizmus

¹ A kutatás a TKP2021-NVA-18 számú projekt a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzetközi Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021 pályázati program finanszírozásában valósult meg.
² R. őrnagy, osztályvezető, adjunktus, Nemzeti Közsolgálati Egyetem Rendészettudományi Kar Fejlesztési Osztály Határrendészeti Tanszék, e-mail: erdos.akos@uni-nke.hu

Bevezetés

A technológia az emberiség történetének egyik legnagyobb paradoxonja: egyszerre az emberiség fejlődésének és elpusztításának legfőbb letéteményese. A kifejezés ugyanis etimológiája szerint a valami létrehozására való képesség (gör. *techné*) és az emberi tudás (gör. *logos*) együttesére utal.³ A kérdés mindig csak az, hogy a tudás és képesség pontosan minek a megteremtésére irányul, és legfőképp milyen célt szolgál. A technológia Janus-arcú természetének egyik legjobb példázata a légi járművek, a légi közlekedés fejlődéstörténete. A légi járművek ugyanis a gazdaság, a kereskedelem és a mobilitás területén betöltött szerepükkel egyfelől pótolhatatlanul szolgálják a társadalmi fejlődést,⁴ másfelől azonban a pusztító háborúk,⁵ és esetenként a terror stratégiai eszközei is.⁶

A légi járműveket méretükben, képességeikben, meghajtási módjukban, felszereltségükben vagy funkciójukban rendkívüli sokszínűség jellemzi. Az irányítást tekintve ugyanakkor mindenképp elkülöníthetünk pilóta által közvetlenül vezérelt, hagyományos légi járműveket, valamint pilóta nélküli légi járműveket. A pilóta nélküli légi jármű elnevezés az angol *unmanned aerial vehicle* (UAV) szóösszetételből származik, de a köznyelvben gyakran találkozunk a szinonimaként használt drón (vagy *unmanned aircraft system*, UAS) elnevezéssel is. UAV-ok alatt értjük azokat a légi járműveket, amelyeknek a fedélzetén nem tartózkodik ember (pilóta), aki az eszköz közvetlen irányítását végzi.⁷ A hagyományos és a pilóta nélküli légi járművek fejlődéstörténete eltérő ütemben, de szorosan összekapcsolódva zajlott.⁸ A pilóta nélküli repülőök őstörténete egészen i. e. 425-re nyúlik vissza. A Leonardo Da Vinci alkotta gépmadár (galamb) állítólag kétszáz méter távolságban volt képes önálló repülésre.⁹ Az 1700-as évek végén, különböző léggömböket és más gázüzemű, pilóta nélküli légi eszközöket (*aerosztátok*) már hadászati célokra is felhasználtak.¹⁰ Az első modern UAV-okat a Wright fivérek korszakalkotó repülését (1903) követő évtizedben, az első világháború alatt fejlesztették. A britek által 1914-ben fejlesztett pilóta nélküli eszköz nagy hatótávolságú bombázásokra is alkalmas volt.¹¹ Az UAV-ok rendszeres alkalmazása azonban csak az 1960-as évektől indult, majd robbanásszerű elterjedésük az 1990-es évekre tehető.¹² Mára pedig a pilóta nélküli légi eszközök ipara a repülés legdinamikusabban fejlődő ágazatává vált.¹³

³ SZAKÁLY 2002.

⁴ ROHÁCS 2015.

⁵ KRAJNC 2005.

⁶ SÜLYÖK 2019.

⁷ CSÓRÉ-MAJOR 2021.

⁸ SIMON 2023.

⁹ VALAVANIS-KONTITSIS 2007.

¹⁰ KOZERA 2018.

¹¹ MIRZA et al. 2016.

¹² RIPSZÁM 2022.

¹³ RESTÁS 2017.

Az elmúlt évtizedekben zajló fejlődés eredményeként, napjainkban az UAV-okat egyre több és egyre változatosabb módon használják úgy katonai, mint civil alkalmazási területeken.¹⁴ A drónok felhasználásának alapvetően négy nagy területét különböztethetjük meg: katonai, piaci (gazdasági), kutatási és közszolgálati célú felhasználás.¹⁵ Ez utóbbiak, vagyis a drónok nem katonai célú felhasználási területei is rendkívül szerteágazók. Különböző képességű és célú UAV-ok használatával találkozhatunk a mezőgazdaság,¹⁶ az egészségügy,¹⁷ a meteorológia, időjárás-előrejelzés,¹⁸ az ökológiai és zoológiai kutatások,¹⁹ vagy akár az építésügyi hatósági tevékenység területén.²⁰ Pilóta nélküli eszközök alkalmazásával a közszolgálat legkülönbözőbb ágazataiban, így különösen a rendészeti igazgatás gyakorlatában is találkozhatunk. A drónok rendészeti célú felhasználása kezdetekben a katasztrófavédelem területén volt jellemző, mára azonban rendkívül szerteágazó a rendészeti igazgatás egészében (1. táblázat).

Az UAV-technológia fejlődése ugyanakkor a rendészet területén nem csupán lehetőségeket, de komoly kihívásokat és kockázatokat is magában rejt. Különböző típusú, méretű, teherbírású, illetve kereskedelmi forgalomban kapható vagy házilag épített drónok számos jogsértő cselekmény elkövetésének eszközei lehetnek:

- tiltott termékek – például kábítószer, gyógyszerek, jövedéki termékek határon átnyúló csempészete;²¹
- tiltott eszközök – például drogok, mobiltelefonok, fegyverek zárt intézményekbe, börtönökbe történő csempészete;²²
- bűncselekmények előkészítése – például kártyaadatok lopása, PIN-kódok megfigyelésére ATM-automaták közelében, betörések célobjektumainak megfigyelése,²³ biztonsági rendszerek gyengeségeinek, az örök, a lakók, a rendőrségi egységek mozgásának, a rendőrségi objektumok megfigyelése;²⁴
- bűncselekmények elkövetése – például tiltott megfigyelések, zaklatások, légi közlekedés, repülőtéri működés megzavarása;²⁵
- terrorcselekmények elkövetése.²⁶

Az UAV-ok széles körű elterjedése, illetve jogsértő célokra történő felhasználása következményszerűen vezetett a drónelhárító technológiák (*counter-drone technology*, más elnevezéssel: *Counter-UAS*, *C-UAS*, *Counter-UAV Technology*, *C-UAV*) fejlesztéséhez.

¹⁴ PALIK-VAS 2014.

¹⁵ BÁLINT-SZÜCS 2021.

¹⁶ NORASMA et al. 2019.

¹⁷ WULFOVICH-RIVAS-MATABUENA 2018.

¹⁸ BALAJI et al. 2018.

¹⁹ IVOŠEVIĆ et al. 2015.

²⁰ GREENWOOD-LYNCH-ZEKKOS 2019.

²¹ World Customs Organization – World Trade Organization 2022.

²² National Institute of Justice 2023.

²³ ATKINSON et al. 2020.

²⁴ SERBAKOV 2019.

²⁵ YANG-CHUANG-KAO 2021.

²⁶ SERBAKOV 2019.

1. táblázat: Pilóta nélküli légi járművek (UAV) rendészeti célú felhasználása

Rendészeti szakterület	UAV-alkalmazás célja	Hivatkozás
katasztrófa- védelem	tűzdetektálás, kárhelyfelmérés, tűzoltási műveletek támogatása	NARENDRAN et al. 2023
	áldozatkutatás, segélycsomagok, készletek szállítása	HAYAT–YANMAZ – MUZAFFA 2016
közrend- védelem	tömegkezelés, kényszerítő eszközök alkalmazása (<i>weaponised police drones</i>), illegális tevékenységek nyomon követése	STELMACK 2015
	rendezvények biztosítása, ellenőrzése	Police Executive Research Forum 2020
határ- rendészet	határellenőrzés, járőrtevékenység, illegális határátlépések felderítése	AHMADIAN et al. 2022
közlekedés- rendészet	közlekedési szabálysértések és balesetek felderítése, mobil sebességmérés, autonóm forgalomirányítás, torlódások, forgalmi akadályok azonosítása, lopott, körözött járművek felkutatása és követése	BEG et al. 2021
bűnügyi igazgatás	bűnügyi helyszínelés támogatása (például bizonyítékok rögzítése, kutatása, tetthely feltérképezése, digitalizálása)	BUCKNELL–BASSINDALE 2017; MISHRA–DEDHIA–WAVHAL 2015
	hírszerzés, bűnügyi információgyűjtés, titkos megfigyelés	ENGBERTS–GILLISSEN 2016
pénzügyi rendészet	a csempészet megelőzése, felderítése érdekében vámhatárok ellenőrzése, megfigyelése, kikötők, vízpart menti régiók felügyelete, elfogások, nyomon üldözések támogatása, víz alatti ellenőrzések (~ 50 méter mélyen) végrehajtása; nukleáris, biológiai és kémiai anyagok érzékelése	World Customs Organization – World Trade Organization 2022
	költségvetést sértő bűncselekmények elkövetőinek rejtett megfigyelése, nyomon követése, elkövetési magatartások detektálása, rögzítése	
büntetés- végrehajtás	objektumvédelmi, objektumellenőrzési feladatok támogatása, a fogvatartottak által, külső helyszíneken végzett munka felügyelete	PRISZNYÁK 2018
terror- elhárítás	elkövetők, elkövetői csoportok detektálása, megfigyelése, ártalmatlanítása	WANG et al. 2021
	elfogások, rajtaütések tervezésére, terrorelhárítási akciók valós idejű nyomon követése, amely segítségével pedig a bevetési csoportok folyamatosan informálhatók	AMBRÓZY et al. 2022

Forrás: a szerző szerkesztése

Magyarországon a drónelhárító technológiák védelmi és rendészeti célú alkalmazását, a 2022 februárjában kitört orosz–ukrán háborús konfliktus,²⁷ illetve az ebből származó jogalkotási tevékenység különösen aktuálissá teszik. Az elmúlt időszakban megfigyelhető ugyanis, hogy az Ukrajna területén zajló fegyveres konfliktusban mindkét hadviselő fél kulcsfontosságú taktikai elemként alkalmazza az UAV-ok

²⁷ PAPP 2024.

különböző típusait, amelyek stratégiáik meghatározó részeivé váltak.²⁸ Emiatt 2023-ban a jogalkotó felhatalmazta a honvédelemért felelős minisztert arra, hogy az általa kijelölt központi államigazgatási szervek és a többségi állami tulajdonnal érintett gazdasági társaságok, pilóta nélküli légi járművel végrehajtott támadás elleni védelmet biztosító rendszert működtessenek. A jogszabály értelmében a honvédelemért felelős miniszter által kijelölt szervek és gazdasági társaságok kötelesek az állami feladatok zavartalan ellátása és a nemzetgazdaság működésének biztosítása érdekében pilóta nélküli légijármű-védelmi rendszert beszerezni, telepíteni, karbantartani és folyamatosan üzemeltetni.²⁹

Napjainkra a védelmi és rendészeti céloknak leginkább megfelelő drónelhárító technológia megválasztása ugyanakkor közel sem triviális feladat. Az elmúlt évtizedben ugyanis robbanásszerű növekedés figyelhető meg a C-UAV-technológia területén. 2015-ben mindössze tucatnyi drónelhárító eszköz volt elérhető a nemzetközi piacon. Alig néhány évvel később azonban már 235,³⁰ újabb rövid idő elteltével pedig mintegy 537 ilyen megoldás vált nyilvánosan is ismertté.³¹ Ezek a fejlesztések több tulajdonság és műszaki paraméter mentén klasszifikálhatók, attól függően, hogy képesek-e az UAV-ok detektálására, vagy sem (detektálási képesség), milyen módszerrel történik a drónok blokkolása (rendszer típusa), illetve milyen módon (alkalmazási platform) és távolságban (hatótávolság) képesek az elhárításra (2. táblázat).³²

2. táblázat: Drónelhárító rendszerek (counter-drone technology) technológiai klasszifikációja

Kategória	Típus
Detektálási képesség	detektáló
	elhárító
	hibrid (detektálás & elhárítás)
Rendszertípus	rádiófrekvenciás jelzavarás (<i>RF jamming</i>)
	GNSS-jelzavarás (Global Navigation Satellite System – globális műholdas navigációs rendszer)
	jelhamisítás (<i>spoofing</i>)
	mikrohullámú kisugárzás
	lézer
	mechanikus semlegesítés (háló, drón, lövedék)
	hibrid
Alkalmazási platform	földi telepítésű: fix
	földi telepítésű: mobil
	kézi
	drónalapú

²⁸ FARAGÓ 2022.

²⁹ 448/2023. (X. 3.) Korm. rendelet a pilótánélküli légijármű-védelem veszélyhelyzeti intézkedéseiről 1–3. §.

³⁰ MICHEL 2018: 1.

³¹ MICHEL 2019: 18.

³² DUDÁS–UJVÁRI 2020; MICHEL 2019: 18–42; MarketsandMarkets 2024.

Kategória	Típus
Hatótáv	rövid hatótávú (< 2 km)
	közepes hatótávú (2–5 km)
	nagy hatótávú (> 5 km)

Forrás: a szerző szerkesztése DUDÁS–UJVÁRI 2020, MICHEL 2018; 2019 és PARK et al. 2021 adatai alapján

Tanulmányunkban kizárólag a rádiófrekvenciás jelzavarást alkalmazó, hordozható dróntechnológiák alkalmazásáról írunk. Ezek közül is elsősorban a francia fejlesztésű NEROD RF típusú drónelhárító eszközre fókuszálunk.

A kutatás módszertana

Célkitűzések

Jelen kutatás célja, a NEROD RF® típusú, hordozható drónelhárító eszköznek magyarországi környezetben történő rendészeti célú alkalmazhatósági vizsgálata volt.

A kutatásban alkalmazott eszközök

2024-ben üzleti célú együttműködési megállapodás jött létre a Nemzeti Köszolgálati Egyetem (NKE) és a francia MC2 Technologies között. Az együttműködés keretében az MC2 Technologies vállalta, hogy az NKE fejlesztési területe, illetve a Tématerületi Kiválóság Program 2021TKP2021-NVA-18 azonosítószámú projekt kutatóinak rendelkezésére bocsát egy darab NEROD RF típusú, hordozható drónelhárító eszközt. Az NKE pedig vállalta, hogy a rendelkezésére bocsátott rendészeti célú alkalmazhatósági vizsgálatát hazai környezetben előkészíti és elvégzi.

A NEROD RF roncsolásmentes (*non-destructive*) rádiófrekvenciás jelzavarás (*radio frequency [RF] jamming*) technológia alkalmazásával teszi lehetővé a különböző UAV-ok jelentette fenyegetések elhárítását.³³ Az eszköz könnyen alkalmazható, mobil, telepítést nem igényel, ezáltal különböző műveletek, rendezvények, *ad hoc* helyszínek biztosítására alkalmas. A NEROD RF, az alkalmazása során hét különböző frekvenciasávon zavaró jeleket bocsát ki, amely ezáltal megzavarja az UAV és az irányító (drónpilóta) közötti kommunikációs protokollt.³⁴ Az eszköz által kibocsátott széles frekvenciatartománynak köszönhetően, hatékonyan alkalmazható a piacon kapható UAV-ok mintegy 98%-ával szemben.³⁵ A NEROD RF üzemeltethető egy, több vagy egyidejűleg az összes frekvenciatartományban. A frekvenciasávok át-

³³ MICHEL 2019.

³⁴ MC2 Technologies: NEROD RF, lásd: www.mc2-technologies.com/en/nerod-rf/

³⁵ iProcureNet 2021; BSS Materiel: MC2 Technologies, lásd: www.bssm.limited/MyDefence.html

állítására rendkívül rövid idő alatt (néhány másodperc) lehetőség van. A pontosabb és biztonságosabb alkalmazás érdekében beépített célzórendszerrel és az elsütőbilentyű véletlen elmozgását megakadályozó biztonsági retesszel, továbbá integrált markolattal és gyorskioldóval ellátott vállpántrögzítéssel rendelkezik.³⁶ A hordozható drónelhárító eszköz főbb műszaki adatait a 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat: NEROD RF® hordozható drónelhárító eszköz műszaki adatai

Fizikai jellemzők	
Méret	96,3 cm x 32,0 cm x 16,6 cm
Súly	<6 kg
Védettségi fok	IP 54
Teljesítményspecifikáció	
Technológia	Rádiófrekvenciás jelzavarás (<i>radio frequency jamming</i>)
Sugárzás	Elektromágneses sugárzás veszélye HERP (<i>hazards of electromagnetic radiation to personnel</i>) HERO (<i>hazards of electromagnetic radiation to ordnance</i>) HERF (<i>hazards of electromagnetic radiation to fuel</i>)
Alkalmazható frekvenciasávok	400 MHz / 800 MHz / 900 MHz 2,4 GHz / 5,8 GHz / GNSS
Hatótávolság	~ 2000 méter (külső körülményektől függően)
Antenna	Írányított
Csendes üzemmód	Van (kikapcsolható)
Veszélyhelyzeti megszakítás	Van
Működés	
Működési hőmérséklet	-20 °C / +50 °C
Üzemidő	1 óra (minden frekvenciasáv egyidejű alkalmazása mellett)
Akkumulátor	Lithium Ion BT-70757BV (3,4Ah – 99Wh)

Forrás: a szerző szerkesztése az MC2 Technologies 2023 adatai alapján

A kutatás során alkalmazott módszerek

2024 júliusában alkalmazhatósági vizsgálatot (*usability testing*) végeztünk Budapest közigazgatási területén. Az alkalmazhatósági vizsgálat keretében a módszertani technikák széles körű alkalmazása mellett,³⁷ formális vagy kevésbé formális mó-

³⁶ MC2 Technologies 2023.

³⁷ WILDMAN 1995.

don,³⁸ kvalitatív és/vagy kvantitatív adatok gyűjtésével³⁹ szereztünk információt az adott termék, rendszer vagy szolgáltatás felhasználói tapasztalatairól. Az összegyűjtött adatok alapján megállapítható, illetve következtethetünk arra, hogy milyen problémák merülnek fel az adott termék, rendszer vagy szolgáltatás felhasználása során, ezáltal meghatározhatók a további fejlesztési területek, irányok.⁴⁰

Jelen kutatásban kevésbé formalizált módon, kvalitatív adatok gyűjtésével vizsgáltuk a NEROD RF hordozható drónelhárító eszköznek a magyar rendészeti gyakorlatban történő alkalmazhatóságát. Az alkalmazhatósági vizsgálat tervezése során a módszertani szakirodalom⁴¹ ajánlásai alapján jártunk el. (1) A tesztelésben részt vevők toborzása kapcsán kiemelt szempont volt, hogy a magyar rendvédelmi feladatokat ellátó szervek minél szélesebb köre képviseltesse magát. (2) A végrehajtandó feladatok meghatározása a rendvédelmi feladatokat ellátó szervek gyakorlati tapasztalatainak, illetve jövőben várható kihívásainak figyelembevételével történt. (3) A tesztkörnyezet kiválasztása során a polgári, rendészeti és katonai légi közlekedés biztonságának, zavartalanságának biztosítását, valamint a nyilvánosság kizárását határoztuk meg szempontként. (4) Tekintettel arra, hogy a vizsgálat tárgyát képező eszköz alkalmas a rádiófrekvenciás jelek, és az ezeket alkalmazó eszközök zavarására, a következő biztonsági intézkedéseket alkalmaztuk: a helyszínen várható légtérforgalom előzetes vizsgálata; a légi közlekedés irányításáért felelős intézmények előzetes tájékoztatása, hozzájárulás igénylése (HungaroControl Magyar Légitforgalmi Szolgálat Zrt.; Magyar Honvédség Légierő Parancsnokság; AEROGLOBE Kft.; Budaörs Repülőtér Toronyszolgálat); frekvenciagazdálkodásért felelős hatóság előzetes tájékoztatása (Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság, NMHH); a tesztelt eszközre vonatkozó frekvenciakorlátozás bevezetése (2,4 GHz); előzetes és folyamatos helyszíni sugárzásmérés.

Az alkalmazhatósági vizsgálat során a hordozható drónelhárító eszközt két típusú pilóta nélküli légi járművel szemben alkalmaztuk. Az alkalmazhatósági vizsgálatban teszteszközként alkalmazott UAV-ok műszaki adatait a 4. táblázat tartalmazza.

A vizsgálati eredmények kiértékelése során SWOT-elemzést végeztünk, amely az egyik legrégebben és világszerte legszélesebb körben alkalmazott értékelési, stratégiai tervezési eszköz.⁴² A SWOT alkalmazása során az elemzett vállalkozás, termék belső erősségeinek (*strengths*) és gyengeségeinek (*weakness*), valamint a külső körülmények lehetőségeinek (*opportunities*) és veszélyeinek (*threats*) feltárása alapján vonhatunk le állapotanalízissel és fejlesztésekkel kapcsolatos következtetéseket.⁴³ Az elemzés során felhasznált klimatológiai adatok a HungaroMet Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt. mérési eredményein alapulnak.

³⁸ LEWIS 2012.

³⁹ FOX 2015.

⁴⁰ VIRZI 1992.

⁴¹ BASTIEN 2010; RUBIN-CHISNELL 2008.

⁴² PUYT-LIE-WILDEROM 2023.

⁴³ CHANG-HUANG 2006.

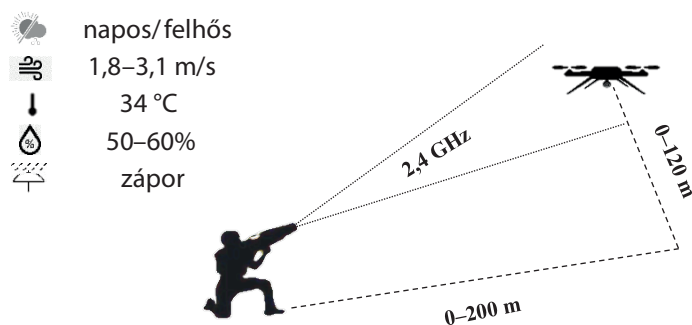
4. táblázat: Az alkalmazhatósági vizsgálat során teszteszközként alkalmazott pilóta nélküli légi járművek műszaki adatai

Típus	DJI Mavic 2 Pro	DJI Air 2S
Szélesség (összehajtvva)	91 mm	97 mm
Hossz (összehajtvva)	214 mm	180 mm
Magasság (összehajtvva)	84 mm	77 mm
Szélesség (szétnyitva)	242 mm	258 mm
Hossz (szétnyitva)	322 mm	183 mm
Magasság (szétnyitva)	84 mm	77 mm
Tömeg	907 g	595 g
Vezérlés módja	Távírányító RF	O3 Automatikus kommunikáció 2,4 GHz/5,8 GHz (kompatibilis OcuSync 2.0) 2T4R 4 antenna
Maximális tengerszint feletti magasság	6000 m	5000 m
Maximális sebesség	72 km/h (sport módban)	
Működési idő	31 min.	31 min.
Átviteli hatótávolság	(2,4 – 2,483 GHz; 5,725 – 5,850 GHz)	2,4 GHz; 5,8 GHz
Átvitel hatótávolsága (CE)	FCC: 10 000 m CE: 6 000 m SRRC: 6 000 m MIC: 6 000 m	8 km
Maximális üzemi hőmérséklet	+40 °C	+40 °C
Minimális üzemi hőmérséklet	-10 °C	0 °C

Forrás: a szerző szerkesztése

Eredmények

A vizsgálat során – a bevezetett biztonsági protokoll szerint – a NEROD RF drón-elhárító eszköz kizárólag a 2,4 GHz frekvenciatartományban került alkalmazásra, annak érdekében, hogy a légi közlekedés biztonsága a vizsgálat teljes ideje alatt biztosított legyen. A teszteszközként alkalmazott UAV-okat ennek megfelelően, szintén a 2,4 GHz frekvenciatartományra állítottuk be. A vizsgálat során alkalmazott mélységi (0–200 méter) és magassági (0–120 méter) távolságokat részben a teszthelyszín területi határai, részben a légtérre vonatkozó hatósági előírások figyelembevételével határoztuk meg. A berepüléseket a teszteszközökkel e távolságok által kijelölt térben hajtottuk végre (1. ábra).



1. ábra: NEROD RF[®] hordozható drónelhárító eszköz alkalmazhatósági vizsgálata során alkalmazott mélységi és magassági távolságok

Forrás: a szerző szerkesztése

A vizsgálatban a teszteszközök és drónpilóta közötti kommunikációs protokoll megzavarásának három kimenetele: (1) a jelzavarást követően az UAV fix pozícióban marad; (2) a jelzavarást követően automatikus leszállás az indulási helyen; (3) a jelzavarást követően az UAV irányításának átvétele és meghatározott helyre történő leszállítása.

Az alkalmazhatósági vizsgálat végrehajtására napos/felhős, +30°C-ot meghaladó hőmérséklet, 50–60%-os páratartalom és a Beaufort-skála szerinti enyhe szél (1,8–3,1 m/s) mellett került sor. A vizsgálat során csapadék rövid ideig tartó, intenzív zápor formájában volt tapasztalható. Az időjárási körülményeknek megfelelően a mérések kiváló látási viszonyok mellett zajlottak.

A drónelhárító eszköz vizsgálata kizárólag egyszemélyi operátor közreműködése mellett zajlott. Az eszköz telepítése (< 60,0 s) és működtetése során az operátor tevékenységét asszisztencia nem támogatta. A drónelhárító eszköz, a vizsgálatban alkalmazott mélységi és magassági távolságokon belül a DJI Mavic 2 Pro típusú teszteszközzel végzett mérések (n = 3) mindegyikében képes volt az UAV és a drónpilóta közötti kommunikációs protokoll megzavarására. A DJI Air 2S típusú teszteszközökkel végrehajtott berepülések (n = 3) esetében a kommunikációs protokoll megzavarása úgyszintén minden mérésnél megtörtént.

A jelzavarás minden esetben a drónelhárító eszköz által történő kisugárzást követő 0,0–5,0 másodperc (s) alatt következett be. A kommunikációs protokoll megzavarásával – az operátor választása szerint – a teszteszközök rögzített pozícióban maradtak a légtérben, visszatértek a felszállási helyükre, illetve leszállást hajtottak végre a drónelhárító felhasználója által megjelölt helyen. A jelzavarás felfüggesztésével az UAV és a drónpilóta közötti kommunikáció szinte azonnal (< 3,0 s) helyreállt.

A mérések során tapasztalt időjárási körülményeknek, így különösen a csapadéknak (zápor) a NEROD RF alkalmazhatósága szempontjából nem volt hatása. Az eszköz csapadék mellett ugyanolyan hatékonysággal működött, mint száraz, napos időben.

Következtetések

Az UAV-k népszerűségének növekedésével egyre inkább előtérbe kerül az illegális célú felhasználásuk, ami újszerű kihívások elé állítja a rendészeti szerveket is.⁴⁴ Az elmúlt évek tapasztalatai és vizsgálati eredményei azt igazolják, hogy az UAV-ok számos különböző bűncselekmény elkövetésében képesek hatékony támogatást nyújtani a bűnelkövetők számára.⁴⁵ A különböző dróndetektáló, illetve -elhárító technológiai megoldások iránt ezért egyre nagyobb érdeklődés mutatkozik a rendészeti szervek és biztonsági vállalkozások részéről. Ennek köszönhetően az elmúlt évtizedben dinamikus növekedés volt megfigyelhető a drónelhárító eszközök piacán. Egy korábbi vizsgálat szerint az elhárító rendszerek többsége földi telepítést igényel, azonban a kutatás 106 különböző hordozható (kézi) eszközt is azonosított a nemzetközi piacon.⁴⁶

A legújabb adatok szerint 2024-ben a drónelhárító eszközök piaca világszinten 2,16 milliárd USD volt, amely az előrejelzések szerint 2029-re 7,05 milliárd USD-ra bővül. A drónelhárító technológiák globális kulcspiaci szereplői közül 2024-ben az első öt helyen az RTX (USA), a Lockheed Martin Corporation (USA), a Leonardo S.p.A. (Olaszország), a Thales (Franciaország) és az IAI (Izrael) állt.⁴⁷

A különböző drónelhárító képességgel bíró eszközök körében – rendszertípust tekintve – a rádiófrekvenciás, illetve a GNSS jelzavarás a legelterjedtebb.⁴⁸ Az alkalmazási platformokat illetően pedig az elmúlt években jelentős teret hódítottak a hordozható (kézi) elhárító megoldások, amelyek nagyfokú mobilitást, továbbá a felhasználási területet érintően komoly diverzitást biztosítanak. Kialakításuknak köszönhetően ezek az eszközök nemcsak hadászati, de rendészeti és akár magánbiztonsági célokra is alkalmazhatók. A nemzetközi piacon számos hordozható, RF-jelzavarással üzemelő fejlesztés elérhető, amelyek közül négyet az 5. táblázatban részletezünk.

Kutatásunkban a francia, MC2 Technologies által fejlesztett NEROD RF hordozható drónelhárító eszközzel végeztünk alkalmazhatósági vizsgálatot. A kutatás eredményei azt jelzik, hogy az eszköz számos olyan műszaki, technikai jellemzővel rendelkezik, amely kifejezetten alkalmassá teheti azt a magyarországi rendészeti célú felhasználásra. Az eszköz rendészeti felhasználása során különösen előnyt jelent: (1) a nagyfokú mobilitás, (2) a könnyű kezelhetőség, (3) a gyors bevetethetőség, valamint (4) a sugárzási képesség diverzitása.

⁴⁴ HORSMAN 2016.

⁴⁵ ATKINSON et al. 2020.

⁴⁶ GONZALEZ-JORGE et al. 2024; MICHEL 2019; PARK et al. 2021; ROTTLER 2017.

⁴⁷ MarketsandMarkets 2024.

⁴⁸ DUDÁS-UJVÁRI 2020: 138.

5. táblázat: A DroneDefender, DroneGun Tactical, ND-BD003 Handheld Anti-Drone System és Drone Hunter XR hordozható drónelhárító eszközök főbb műszaki paraméterei

	DroneDefender	DroneGun Tactical
Hatótávolság	~ 2 km	~ 2,5 km
Üzemidő	> 2 óra	> 2 óra
Alkalmazható frekvenciasávok	433 MHz / 915 MHz / 2,4 GHz / 5,8 GHz / GNSS	433 MHz / 915 MHz / 2,4 GHz / 5,8 GHz / GNSS
Súly	6,8 kg	7,3 kg
Hivatkozás	www.dedrone.com	www.droneshield.com
	ND-BD003 Handheld Anti-Drone System	Drone Hunter XR
Hatótávolság	~ 1 km	~ 1 km
Üzemidő	> 1,5 óra	1 óra
Alkalmazható frekvenciasávok	0,3-2,5 GHz / 1,52-1,62 GHz / 2,4-2,48 GHz / 5,725-5,85 GHz	433 MHz / 915 MHz / 2,4 GHz / 5,8 GHz / GNSS
Súly	3,3 kg	0,5 kg
Hivatkozás	www.nqdefense.com	www.dynamicshielding.com

Forrás: a szerző szerkesztése

Az alkalmazhatósági vizsgálat eredményei arra utalnak, hogy a NEROD RF gyorsan és hatékonyan alkalmazható az azonosítatlan UAV-ok semlegesítése során. A vizsgálat során feltárt eredmények, valamint a rendelkezésre álló korábbi adatok és műszaki paraméterek mentén SWOT-analízist végeztünk (2. ábra). Az elemzés célja, hogy a termék alkalmazhatóságával, fejlesztési lehetőségeivel kapcsolatban megalapozott következtetéseket vonhassunk le.

A drónelhárító eszköz műszaki tulajdonságai, valamint jelen kutatás eredményei alapján megállapítható, hogy az eszköz használata különösen azokon a rendészeti területeken és szakfeladatok ellátása kapcsán merülhet fel, ahol:

- a drónfenyegetettség magas;
- telepített drónelhárító eszközök alkalmazására nincs lehetőség, vagy a telepített eszköz alkalmazása nem indokolt;
- a rendészeti feladatot ellátó egységek, illetve a műveleti terület folytonos változása miatt mobilizálható drónelhárítási technológiára van szükség;
- a rádiófrekvenciás jeltzavarás más eszközök működtetését nem veszélyezteti.

<p>Erősségek (Strengths)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hatékony jelzavarás: kisugárzott frekvenciasávok széles tartományában. • Nagy fokú mobilitás: kis méret, alacsony tömeg, egy személy által kezelhető, relatíve magas üzemidővel (~1 h). • Gyors bevethetőség: alacsony (<1 min.) telepítési idő, gyors jelzavarási képesség (<5 s). 	<p>Gyengeségek (Weakness)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energiafogyasztás: a technológia (jelzavarás) relatíve nagy energiafogyasztást követel, ami korlátozott üzemidőt eredményez. Más eszközök hatékonyabbak lehetnek (ld. 5. táblázat) • Korlátozott működés: az UAV elhárítására kizárólag rádiófrekvenciás jelzavarással képes (pl. fizikai elfogásra nem alkalmas). Az alkalmazás hatékonysága az operátor vizuális észlelése által befolyásolt. • Korlátozott hatótávolság: Más rendszerekhez képes (ld. 5. táblázat) korlátozott hatótávolsággal rendelkezik, ami a környezet függvényében változhat.
SWOT	
<p>Lehetőségek (Opportunities)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Technológiai fejlesztés: magas fejlesztési potenciál jellemzi (pl. hatótávolság, energiahatékonyság). • Növekvő drónfenyegetés: a drónhasználat terjedésével egyre szélesebb területen (katonai, rendészeti, magánbiztonsági) merül fel a hatékony drónelhárítás igénye. • Piaci potenciál: a dróntevékenységet érintő dinamikus szabályozás miatt az eszköz új piaci szektorokban is elterjedhet. 	<p>Veszélyek (Threats)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Piaci helyzet: a drónelhárító piac dinamikus fejlődése a technológia gyors elavultságát eredményezheti, illetve más piaci termékek is rendelkezhetnek hasonló képességekkel. • Szabályozás: a rádiófrekvenciás jelzavarás a legtöbb országban jogilag szabályozott, ami a felhasználás korlátait jelentheti. • Dróntechnológia fejlődése: a technológia fejlődésével új típusú drónok jelenhetnek meg, amelyek ellenállnak a rádiófrekvenciás jelzavarásnak.

2. ábra: SWOT-analízis eredményei

Forrás: a szerző szerkesztése

A kutatás korlátai

A tanulmányban bemutatott kutatás egyedülálló módon vizsgálja egy piaci termék (NEROD RF) rendészeti gyakorlatban történő alkalmazhatóságát. Magyarországon a bemutatott eszköz kapcsán korábban ilyen vizsgálat még nem történt. A kutatásnak azonban számos korlátja van. (1) A vizsgálat kutatásmódszertani limitációja a mérések alacsony elemszáma. A jövőben érdemes volna további mérésekkel vizsgálni az eszköz hatékonyságát. (2) A kutatás korlátjaként kell megemlítenünk, hogy a drónelhárító eszköz alkalmazhatóságát kizárólag a 2,4 GHz-es frekvenciatartományban, és az erre beállított két típusú UAV (DJI Mavic 2 Pro, DJI Air 2S) esetében vizsgáltuk. A későbbi vizsgálatok során célszerű volna más frekvenciatartományokban és más típusú drónokkal szemben is mérni a NEROD RF alkalmazhatósági képességeit. (3) A kutatás következő limitációja, hogy az eszköz alkalmazhatóságát kizárólag a bemutatott időjárási körülmények között vizsgáltuk. A jövőben ezért az eszköz alkalmazhatósági vizsgálatát más időjárási körülmények (például alacsony hőmérséklet) és rossz látási viszonyok között is érdemes lehet elvégezni. Mindezek ellenére a kutatás alkalmas arra, hogy a NEROD RF drónelhárító eszköz rendészeti célú alkalmazhatóságáról általános információkat adjon.

Felhasznált irodalom

- AHMADIAN, Navid et al. (2022): Smart Border Patrol Using Drones and Wireless Charging System Under Budget Limitation. *Computers & Industrial Engineering*, 164, 107891. Online: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107891>
- AMBRÓZY Dorián et al. (2022): Drónok alkalmazása a rendvédelemben, különös tekintettel a mesterséges intelligencia-módszerekre a dróntechnológia területén. *Rendvédelem*, 9(2), 33–47. Online: <https://doi.org/10.53793/RV.2022.2.3>
- ATKINSON, S. (2020): Drone Forensics: The Impact and Challenges. In MONTASARI, Reza et al. (szerk.): *Advanced Sciences and Technologies for Security Applications*. Cham: Springer, 65–124. Online: https://doi.org/10.1007/978-3-030-60425-7_4
- BALAJI, B. et al. (2018): Design of UAV (Drone) For Crop, Weather Monitoring and for Spraying Fertilizers and Pesticides. *International Journal for Research Trends and Innovation*, 3(3), 42–47.
- BÁLINT Márton – SZÜCS Endre (2021): Drónok használata civil célokra. *Biztonságtudományi Szemle*, 3(1), 35–42. Online: <https://biztonsagtudomanyi.szemle.uni-obuda.hu/index.php/home/article/view/102>
- BASTIEN, Christian J. M. (2010): Usability Testing: A Review of Some Methodological and Technical Aspects of the Method. *International Journal of Medical Informatics*, 79(4), e18–e23. Online: <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2008.12.004>
- BEG, Abdurrahman et al. (2021): UAV- Enabled Intelligent Traffic Policing and Emergency Response Handling System for the Smart City. *Personal and Ubiquitous Computing*, 25, 33–50. Online: <https://doi.org/10.1007/s00779-019-01297-y>
- BUCKNELL, Alistair – BASSINDALE, Tom (2017): An Investigation Into the Effect of Surveillance Drones on Textile Evidence at Crime Scenes. *Science & Justice*, 57(5), 373–375. Online: <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2017.05.004>
- CHANG, Hsu-Hsi – HUANG, Wen-Chih (2006): Application of a Quantification SWOT Analytical Method. *Mathematical and Computer Modelling*, 43(1–2), 158–169. Online: <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2005.08.016>
- CSÓRÉ Attila – MAJOR Gábor (2021): A pilóta nélküli légi járművek (UAV) evolúciója. *Repüléstudományi Közlemények*, 33(1), 171–191. Online: <https://doi.org/10.32560/rk.2021.1.13>
- DUDÁS Zoltán – UJVÁRI Bence (2020): A drónelhárítás módszerei és lehetőségei. *Repüléstudományi Közlemények*, 32(3), 135–141. Online: <https://doi.org/10.32560/rk.2020.3.11>
- ENGBERTS, Bart – GILLISSEN, Edo (2016): Policing From Above; Drone Use by the Police. In CUSTERS, Bart (szerk.): *The Future of Drone Use. Opportunities and Threats from Ethical and Legal Perspectives*. Hague: T.M.C. Asser Press, 93–113. Online: https://doi.org/10.1007/978-94-6265-132-6_5
- FARAGÓ Bence (2022): Drónok harca – Az orosz–ukrán háborúban jelen lévő drónok felértékelődése, működésük taktikai és stratégiai vonatkozásai a megváltozó hadviselési környezetben. *Nemzet és Biztonság*, 15(2), 36–54. Online: <https://doi.org/10.32576/nb.2022.2.3>
- FOX, E. Jean (2015): *The Science of Usability Testing*. Proceedings of the 2015 Federal Committee on Statistical Methodology (FCSM) Research Conference, Washington D.C.: National Center for Education Statistics, 1–7.
- GONZALEZ-JORGE, Higinio et al. (2024): Counter Drone Technology: A Review. *Preprints*, 2024020551. Online: <https://doi.org/10.20944/preprints202402.0551.v1>
- GREENWOOD, W. William – LYNCH, P. Jerome – ZEKKOS, Dimitrios (2019): Applications of UAVs in Civil Infrastructure. *Journal of Infrastructure Systems*, 25(2), 04019002. Online: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)IS.1943-555X.0000464](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IS.1943-555X.0000464)
- HAYAT, Samira – YANMAZ, Evsen – MUZAFFAR, Raheeb (2016): Survey on Unmanned Aerial Vehicle Networks for Civil Applications: A Communications Viewpoint. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 18(4), 2624–2661. Online: <https://doi.org/10.1109/COMST.2016.2560343>
- HORSMAN, Graeme (2016): Unmanned Aerial Vehicles: A Preliminary Analysis of Forensic Challenges. *Digital Investigation*, 16, 1–11. Online: <https://doi.org/10.1016/j.diin.2015.11.002>

- iProcureNet (2021): *Innovation by Developing a European Procurer Networking for Security Research Services. Key Findings – April 2021*. Paris: iProcureNet.
- IVOŠEVIĆ, Bojana et al. (2015): The Use of Conservation Drones in Ecology and Wildlife Research. *Journal of Ecology and Environment*, 38(1), 113–118. Online: <https://doi.org/10.5141/ecoenv.2015.012>
- KOZERA, Cyprian Aleksander (2018): Military Use of Unmanned Aerial Vehicles – A Historical Study. *Safety & Defense*, 4(1), 17–21. Online: <https://doi.org/10.37105/sd.4>
- KRAJNC Zoltán (2005): A légiőrő alkalmazásának alapkérdései. *Új Honvédségi Szemle*, 7, 87–98. Online: <http://real.mtak.hu/id/eprint/23541>
- LEWIS, R. James (2012): Usability Testing. In SALVENDY, G. (szerk.): *Handbook of Human Factors and Ergonomics*. New York: John Wiley, 1267–1312. Online: <https://doi.org/10.1002/9781118131350.ch46>
- MarketsandMarkets (2024): *Anti-Drone Market by Electronic Systems, Laser Systems, Kinetic Systems, Hybrid Systems, Detection & Disruption, Gound-based, UAV-based, Hanheld, Military & Defense, Homeland Security and Public Venues – Global Forecast to 2029. Report Code: SE 4129Sep*. Hadapsar: MarketsandMarkets. Online: <https://bit.ly/40zASpw>
- MC₂ Technologies (2023): *NEROD RF Counter-UAV Portable Neutralisation Systems*. Lille: MC2 Technologies.
- MICHEL, Arthur Holland (2018): *Counter-Drone Systems*. Center for the Study of the Drone at Bard College. Online: <http://dronecenter.bard.edu/counter-drone-systems/>
- MICHEL, Arthur Holland (2019): *Counter-Drone Systems. 2nd Edition*. Center for the Study of the Drone at Bard College.
- MIRZA, Muhammad Nadeem et al. (2016): Unmanned Aerial Vehicles: A Revolution in the Making. *South Asian Studies: A Research Journal of South Asian Studies*, 31(2), 243–256. Online: <https://shs.hal.science/halshs-02951743/document>
- MISHRA, Vidyasagar – DEDHIA, Hetal – WAVHAL, Swati (2015): Application of Drones in the Investigation and Management of Crime Scene. *Global Journal for Research Analysis*, 4(4), 1–2.
- NARENDRAN, Ramasenderan et al. (2023): Aerial Drones for Fire Disaster Response. *IntechOpen*. Online: <https://doi.org/10.5772/intechopen.1002525>
- National Institute of Justice (2023): Addressing Contraband in Prisons and Jails as the Threat of Drone Deliveries Grows. *Corrections Today*, 85(3), 18–23. Online: <https://nij.ojp.gov/topics/articles/addressing-contraband-prisons-and-jails-threat-drone-deliveries-grows>
- NORASMA, C. Y. N. et al. (2019): Unmanned Aerial Vehicle Applications In Agriculture. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 506, 012063. Online: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/506/1/012063>
- PALIK Mátyás – VAS Tímea (2014): A pilóta nélküli légi járművek alkalmazásának légiközlekedés-biztonsági kérdései: A kiemelt kutatási terület eredményeinek bemutatása. *Economica*, 1, 84–91. Online: <https://doi.org/10.47282/ECONOMICA/2014/7/1/4310>
- PAPP Kristóf Csaba (2024). Az orosz–ukrán háború alapvető okai. *Honvédségi Szemle – Hungarian Defence Review*, 152(3), 46–59. Online: <https://doi.org/10.35926/HSZ.2024.3.4>
- PARK, Seongjoon et al. (2021): Survey on Anti-Drone Systems: Components, Designs, and Challenges. *IEEE Access*, 9, 42635–42659. Online: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3065926>
- Police Executive Research Forum (2020): *Drones: A Report on the Use of Drones by Public Safety Agencies – and a Wake-Up Call about the Threat of Malicious Drone Attacks*. Washington D.C.: Office of Community Oriented Policing Services.
- PRISZNYÁK, Szabolcs (2018): Drones and Jails. *Scientific Bulletin*, 23(1) 43–52. Online: <https://doi.org/10.2478/bsaft-2018-0006>
- PUYT, Richard W. – LIE, Finn Birger – WILDEROM, Cleste P. M. (2023): The Origins of SWOT Analysis. *Long Range Planning*, 56(3), 102304. Online: <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2023.102304>
- RESTÁS Ágoston (2017): A drónok közszolgálati alkalmazásának lehetőségei. *Új Magyar Közigazgatás*, 10(3), 49–63.

- RIPSZÁM Dóra (2022): A pilóta nélküli légijárművel megvalósított jogsértő magatartások, különös tekintettel a tiltott adatszerezés új alapesetére. *Rendvédelem*, 11(2), 48–57. Online: <https://doi.org/10.53793/RV.2022.2.4>
- ROHÁCS József (2015): Gondolatok, háttéranyagok a repülés, repülőipar stratégiai szerepéről. *Repüléstudományi Közlemények*, 27(3), 19–36.
- ROTTLER Violetta (2017): A drónok rendészeti alkalmazása. *Detektor Plusz*, 24(2), 38–41. Online: www.detektorplusz.hu/index.php?m=23684
- RUBIN, Jeffrey – CHISNELL, Dana (2008): *Handbook of Usability Testing: How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests*. New York: John Wiley.
- SERBAKOV Márton Tibor (2019): A terroristák drónhasználatára. *Nemzetbiztonsági Szemle*, 7(4), 30–43. Online: <https://doi.org/10.32561/nsz.2019.4.3>
- SIMON Sándor (2023): Pilóta nélküli légi járművek (típus) megfelelőségértékelésének és a légi járművek folyamatos légi alkalmassága fenntartásának hatása a légi közlekedés biztonságára. *Repüléstudományi Közlemények*, 35(1), 35–47. Online: <https://doi.org/10.32560/rk.2023.1.3>
- STELMACK, Kyle (2015): Weaponized Police Drones and Their Effect on Police Use of Force. *Pittsburgh Journal of Technology Law & Policy*, 15(2), 276–292. Online: <https://doi.org/10.5195/TLP.2015.172>
- SULYOK Gábor (2019): A terrorcselekmény elkövetéséhez használt polgári légi jármű lelövésének alkotmányjogi megítélése az új szabályozási környezetben. In BARTKÓ Róbert (szerk.): *A terrorizmus elleni küzdelem aktuális kérdései a XXI. században*. Budapest: Gondolat, 35–60. Online: <https://real.mtak.hu/101791/>
- SZAKÁLY Dezső (2002): *Innováció- és technológiamenedzsment. II.* Miskolc: Bíbor.
- YANG, Chi-Cheng – CHUANG, Hsuan – KAO, Da-Yu (2021): Drone Forensic Analysis Using Relational Flight Data: A Case Study of DJI Spark and Mavic Air. *Procedia Computer Science*, 192, 1359–1368. Online: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.08.139>
- VALAVANIS, K. P. – KONTITSIS, M. (2007): A Historical Perspective on Unmanned Aerial Vehicles. In VALAVANIS, K. P. (szerk.): *Advances in Unmanned Aerial Vehicles. Intelligent Systems, Control and Automation: Science and Engineering*. Dordrecht: Springer, 15–46. Online: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6114-1_2
- VIRZI, A. Robert (1992): Refining the Test Phase of Usability Evaluation: How Many Subjects Is Enough? *Human Factors*, 34(4), 457–468. Online: <https://doi.org/10.1177/001872089203400407>
- WANG, Wenxin et al. (2021): Research on UAV Application in Mountain Anti-terrorism Combat. *Journal of Physics: Conference Series*, 1792(1), 012079. Online: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1792/1/012079>
- WILDMAN, Daniel (1995): Getting the Most From Paired-User Testing. *Interactions*, 2(3), 21–27. Online: <https://doi.org/10.1145/208666.208675>
- World Customs Organization – World Trade Organization (2022): *WCO/WTO Study Report on Disruptive Technologies*. Brussels–Geneva: World Customs Organization – World Trade Organization. Online: www.wcoomd.org/en/topics/facilitation/instrument-and-tools/tools/wco-wto-study-report-on-disruptive-technologies-2022.aspx
- WULFOVICH, Sharon – RIVAS, Homero – MATABUENA, Pedro (2018): Drones in Healthcare. In RIVAS, Homero – WAC, Katarzyna (szerk.): *Digital Health. Health Informatics*. Cham: Springer, 159–168. Online: https://doi.org/10.1007/978-3-319-61446-5_11

Internetes hivatkozások

- MC2 Technologies: NEROD RF. Online: www.mc2-technologies.com/en/nerod-rf/
- BSS Materiel: MC2 Technologies. Online: www.bssm.limited/MyDefence.html

Jogi források

2011. évi CCIV. törvény a nemzeti felsőoktatásról (Nftv.)
448/2023. (X. 3.) Korm. rendelet a pilótanélküli légi jármű-védelem veszélyhelyzeti intézkedéseiről

ABSTRACT

Use and Countering of Unmanned Aerial Vehicles in Law Enforcement Practice

A Usability Test of the NEROD RF Counter-Drone Technology

Ákos ERDŐS

Over the past decades, unmanned aerial vehicles have been used for an increasing number and variety of purposes. With the increasing popularity of unmanned aerial vehicles, their use for illegal purposes has also emerged. Therefore, there is also an explosive growth in the field of counter-drone technologies.

The aim of the study was to examine the usability of the NEROD RF® portable counter-drone device in Hungarian law enforcement environment. In July 2024, we carried out usability testing in Budapest. In this research, we investigated the usability of the counter-drone device in law enforcement environment in a less formalised way by collecting qualitative data. A SWOT analysis was carried out to assess the results.

The counter-drone device could be quickly deployed by a single operator (< 60.0 s). The device was able to interfere with the communication protocol between the drones and the drone pilot in the 2.4 GHz frequency range for all measurements. In all cases, signal interference occurred in 0.0-5.0 seconds (s).

The counter-drone device can be used in professional fields where: (1) the threat from drones is high; (2) the use of deployed counter-drone system is not possible or not justified; (3) mobility is important; (4) radio frequency signal interference does not compromise the operation of other devices.

Keywords: law enforcement, unmanned aerial vehicle, drone, counter-drone technology, usability test