

Csengeri János

A drónforgalom és a drónfenyegetések rendszerszintű kezelésének lehetőségei

A publikáció célja, hogy a drónforgalom és drónfenyegetés kezelésére alkalmas megoldásokat ne csupán elemenként mutassa be, hanem alternatívát adjon azok rendszerbe foglalására, rendszerként való működésére. Az írásban a drón kifejezés alatt a kereskedelmi forgalomban kapható magán-, hobbi-, illetve ipari, üzleti, közszolgálati felhasználású távirányított repülőrendszerek értendők. Az első fejezet igazolja a drónok jelentősen növekvő számát, ami alapja a téma aktualitásának. A második fejezet a drónok hasznosságát és az általuk megvalósított kockázatokat, fenyegetéseket tárgyalja. A harmadik fejezet az adminisztratív drónkezelési megoldásokat, a negyedik pedig a fenyegetésekkel szemben alkalmazható aktív ellentevékenységi elemeket részletezi. Az ötödik egység javaslatokat fogalmaz meg arra, hogy milyen rendszer lehet minta a drónfenyegetések és a drónforgalom kezelésére, végül az összegzésben ültetjük át előbbi a drónokkal összefüggésben.

Kulcsszavak: drón, drónforgalom, drónfenyegetés, rendszer, forgalomkezelés, ellentevékenység

Bevezetés

A témaválasztás indoka a távirányított és a pilóta nélküli (autonóm) repülőrendszerek növekvő száma, mennyisége, amivel együtt ezen eszközök által jelentett kockázat is folyamatosan emelkedik. Napjainkban a kiskereskedelemben értékesített drónok száma folyamatosan növekszik, a piaci előrejelzések pedig egyre gyorsuló tendenciát mutatnak. A drónokat nemcsak katonai vagy hobbicélokra alkalmazzák, üzleti célú felhasználásuk is állandó bővülést mutat, e jelenségek együtt jelentősen növelik a jelenlétüket a légterekben.

Ebben a megváltozott környezetben az állami objektumoknak, ipartelepeknek, repülőtereknek, erőműveknek és egyéb (kritikus) infrastrukturális elemeknek szükségük lesz valamilyen védelmi mechanizmusra és megoldásokra annak érdekében, hogy a rendeltetésüket ne veszélyeztessék ezek az eszközök, ne érkezzon a közelükbe drón agresszív szándékkal vagy csupán figyelmetlenségből, esetleg meghibásodásból adódóan.

A drónok elleni védekezés nemcsak ellentevékenységből áll, illetve az ellentevékenység vagy objektumvédelem nem szükségszerűen a légi eszköz megsemmisítésében merül ki. Hasonló eljárást szükséges megvalósítani a légtérsértő drónok esetében is, mint a hagyományos légi közlekedés szereplőivel szemben. Tehát az ellentevékenység részfeladatai: érzékelés, célkövetés, azonosítás, kommunikáció (felszólítás a jogellenes cselekmény beszüntetésére),

szükség esetén ellentevékenységi (és a rendelkezésre álló lehetőségek közül az optimális kiválasztása), az üzemeltető beazonosítása, hatósági eljárás lefolytatása az üzemeltetővel szemben. Az ellentevékenységi pedig a kinetikus behatás mellett (amely például városi környezetben általában nem kívánatos, fokozottan balesetveszélyes) egyéb, kevésbé végzetes megoldások (irányítás átvétele, földre kényszerítés, bénítás, szoftveres „korlát” – geo-fencing stb.) alkalmazása szükséges.

A fenti gondolatok alapján a kiinduló probléma, hogy a drónok száma és ezzel együtt a légtérben való jelenlétük növekszik, a felhasználók akaratukon kívül vagy akarattal veszélyeztethetik objektumok, infrastrukturális elemek biztonságát. Mindezek mellett a szabályozás, korlátozás és az ellentevékenységek kezdetlegesek, e megoldások között nehéz az eligazodás, szinergikus alkalmazásuk nincs megoldva. Jelen kutatás főként a kereskedelmi forgalomban kapható magán, avagy hobbi, illetve ipari, üzleti felhasználású drónok elhárítására koncentrálnak.

A tanulmány célja, hogy a drónok számának növekedésével kapcsolatos trendek bemutatása után a védelmi megoldásokat összegezze, majd azok egymást erősítő, együttes alkalmazási lehetőségeit megfogalmazza, azaz a szabályozási, ellentevékenységi megoldások rendszerszinten történő alkalmazását kutassa. A szerző úgy gondolja, hogy a már létező légi-erőalkalmazási alapelvek, ezen belül is a légtérfelügyelet és légtérbiztosítás meglévő alkalmazási elvei, módszerei e témakörben is megállják a helyüket, így a kapcsolódási pontokat, alkalmazási lehetőségeket fontosnak tartja bemutatni.

E repülőeszközök megnevezéseire, csoportosítására, kategorizálására, felépítésükre stb. jelen tanulmány nem tér ki, erről hosszabb [1] és rövidebb [2] tanulmányok bő számmal találhatóak, továbbá a szerző más publikációjában [3] már foglalkozott e résszel.

A tanulmányban felhasznált adatok és információk a témában folyt konferenciákról, drónok elleni védekező megoldást kínáló gyártóktól, az eddig megjelent szakirodalom elemzéséből, valamint az interneten fellelhető hitelesnek tartott forrásokból (például: FAA¹ [4], Eurocontrol² [5], statisztikai portálok stb.) származik, esetleg megtörtént esetek, incidensek leírásához egyéb internetes oldalak (Hungarocontrol³ honlapja [6], hírportálok) szolgálnak.

A drónok növekvő száma

Ahhoz, hogy a következőkben ismertetendő drónok számának jelenlegi helyzetét, valamint a prognózisokban jelzett mértékét viszonyíthassa az olvasó, először a hagyományos módon, a fedélzeten pilótával ellátott repülőgépek számáról szükséges képet kapnia. Természetesen a pontos számot szinte lehetetlen lenne meghatározni, de a nagyságrend bemutatásához is számos forrást szükséges felhasználni. A GAMA⁴ [7] amerikai egyesült államokbeli székhellyel rendelkező civil szervezet, amely az általános célú repülést csupán a magáncélú repülésekkel azonosítja, tehát a légi járatok repülőgépeit nem foglalja e körbe, azonban számontartják a kétüléses kiképző repülőgépeket a többcélú helikoptereken keresztül, egészen az interkontinentális repüléseket végző business sugárhajtású repülőgépekig. Jelenleg elérhető legfrissebb, 2017-es éves jelentésük szerint világszerte 446 ezer előző kategóriába tartozó légi

¹ Federal Aviation Administration – Szövetségi Repülési Hivatal (Amerikai Egyesült Államok).

² Európai Szervezet a Légiközlekedés Biztonságáért.

³ A magyar állam tulajdonában lévő, légi navigációs szolgáltatásokat biztosító vállalat.

⁴ General Aviation Manufacturers Association – Általános Célú Repülőgép Gyártók Szövetsége.

járművet üzemeltetnek, amelyből 211 ezret az Amerikai Egyesült Államokban, 136 ezret pedig Európában lajstromoztak [8].

Az előző számok mellett tehát még számításba kell venni a polgári járatok és a fegyveres erők légi járműveit is. Az előző kontingens esetében, míg egyes források a 2018. évben 5260 darabra tették az európai polgári légi járatok gépállományát [9], az EBAA⁵ [10] adatai kisebb számot mutatnak. A belgiumi székhelyű szervezet kiadványa szerint 2018 év végén 3665 légi járművet üzemeltettek európai székhelyű légitársaságok [11]. Az IATA⁶-tól [12] származó hasonló kimutatást jelen kutatás során nem találtam, adataik legfőképpen pénzügyi jellegűek.

A katonai légi járművek európai összesítését a Global Firepower weboldaláról [13] gyűjtöttem össze, amely szerint Európában (e régió vonatkozásában Kelet-Európa, NATO- vagy Európai Unió-tagországok csoportosításban is lekérhető az adatok) 10 762 a légi közlekedésben potenciálisan részt vevő repülőgépet és helikoptert tartanak számon.

Összegezve, a hagyományos módon vezetett légi járművek száma Európában nagyságrendileg 150 ezer darabra tehető. Az arány meglepő lehet, azonban a fenti adatok légi járművekre vonatkoznak, nem pedig a légi közlekedésben naponta részt vevők hovatartozásának arányára. A számok azt fejezik ki, hogy mekkora az a hagyományos módon vezetett légijármű-kontingens, amely részt vehet az európai légi forgalomban, továbbá ehhez a mennyiséghez lehet hasonlítani a következőkben a drónok számát.

A fegyveres erők drónjai Európa államaiban összesen kevesebb, mint 1000 darabot tesznek ki, tehát számuk alacsonyabb, mint 10% az összes katonai légijármű-kontingensen belül. Ezen belül is a közepes, valamint nagy magasságon repülni képes drónok száma elenyésző, mindössze 40 darabra tehető. A drónok alkalmazása vagy alkalmazásuk tervei, koncepciói a katonai mellett egyre elterjedtebb egyéb hivatásrendekben, közszolgálati ágazatokban is, egyelőre azonban erre vonatkozó összefoglaló adat nem áll rendelkezésre.

Azonban, ha a drónok polgári alkalmazását tekintjük, jóval nagyobb számokat kapunk. A hobbicélra vásárolt drónok száma 1-1,5 millió darabra tehető, az utóbbi években számuk évente megduplázódott, mire a jelenlegi szintre emelkedett. Az előző szám mellett ugyan eltörpül, azonban nem elhanyagolható az üzleti felhasználású drónok száma sem, amit 10 ezer darabra tesznek [14: 17].

Magyarországon is rohamosan terjed a kiskereskedelemről beszerzett drónok száma. Míg 2018 év elején 35 ezer értékesített darabszámot említettek [15: 359.], addig ugyanazon év végén a Magyar Nemzeti Drón Szövetség és a Drónpilóták Országos Egyesületének vezetői már 100 ezerre tették ugyanezt a számot [16], [17].

A drónok hasznosítási területei és az általuk jelentett kockázatok, veszélyek

Mielőtt a drónok által jelentett kockázatokat és veszélyeket tekintem át, fontosnak tartom a pozitív, hasznos oldaluk bemutatását is, elkerülve azt, hogy túlságosan sötét kép alakuljon ki róluk. A hobbicélú felhasználás során pozitív tulajdonságnak tekinthető a kikapcsolódásból

⁵ European Business Aviation Association – Európai Kereskedelmi Repülések Szövetsége.

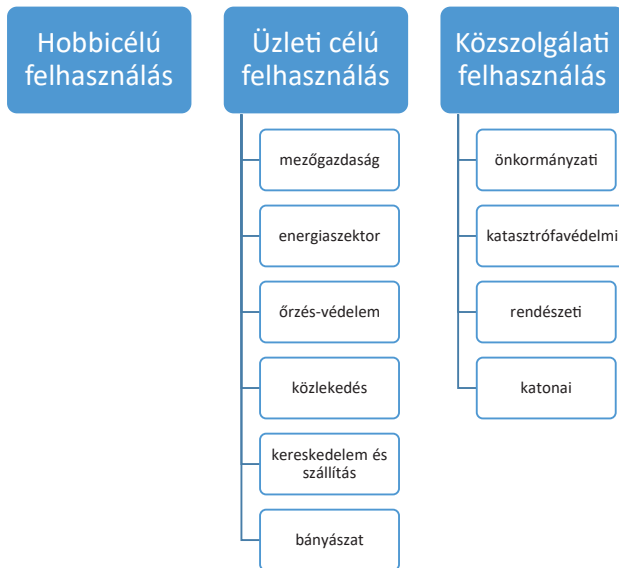
⁶ International Air Transport Association – Nemzetközi Légi Szállítók Szövetsége.

származó lélektani haszon, amely az egyén szintjén valósul meg, azaz hogy a szabadidejét egy újfajta, izgalmas, érdekes cselekvéssel töltheti. Ez lehet baráti körben vagy szülő és gyermek által eltöltött közös vagy egyéni idő drónreptetéssel, légi felvételek készítésével, esetleg akadályok közötti versenyzés stb.

A kereskedelmi, üzleti felhasználásuk is egyre inkább terjedőben van, a legtipikusabb területek a mezőgazdaság, az energiaszektor, az őrzés-védelem, a közlekedés, a kereskedelem és szállítás, a bányászat, a filmkészítés és média, valamint az építőipar [14: 23–28.]. Mindezek közül a mezőgazdaság az az üzleti terület, ahol elsőként és legszéleskörűbben alkalmazták a drónokat [18]. A drónok segítségével készült térképen szoftverek segítségével pontos mérések végezhetők. Mérhető távolság, terület, néhány megoldás pedig a legfejlettebb drónok magasságérzékelőjét is ki tudja használni, így akár pontos domborzati térkép is készíthető, sőt térfogat is kiszámolható. Kárfelmérésben is használható, olyan analízis készíthető, amely meg tudja állapítani a növények állapotát. A jövőben a nehezen megközelíthető helyeken természetett növények permetezését, vagy ami még futurisztikusabb, de megvalósíthatónak tűnik, a virágok beporzását is tervezik drónokkal elvégezni, elősegíteni [19], [20]. A logisztika területén a kisebb csomagok, küldemények szállítása vagy a szállítások legvégső fázisába történő bekapcsolódásuk (az úgynevezett utolsó mérföld) szintén hasznosnak, hatékonynak bizonyul [21]. A korábban felsorolt egyéb területek kifejtésétől a téma és a terjedelem figyelembevételével jelen publikációban eltekintek.

Szintén főcsoportnak tekinthető, viszont véleményem szerint idehaza még kevés figyelmet kap a drónok közszolgálatban és közszolgáltatások támogatásában történő alkalmazása. Ezekről a katonai alkalmazást különválasztom, ugyanis az egy sajátos, nagyméretű és sok esetben erőszakos terület. A tárgynál maradván idesorolható a rendőrség, a katasztrófavédelem vagy a mentőszolgálat, amely hivatásrendek mindegyike számos területen hasznosíthatja a drónokat, de a villamosvezetékek, földgáz- és üzemanyagszállító csővezetékek, erőművek épületei, ezek környezete is megfigyelhető drónokkal. A rendészeti feladatok közé sorolható rendezvények, sportesemények közönségének, területek, bűnelkövetők stb. megfigyelése, nyomon követése [22]. A katasztrófavédelem ugyancsak számos területen tudja alkalmazni a drónokat: az iparbiztonság területén, azon belül veszélyes áru szállításakor, szennyezőanyagok két- és háromdimenziós kimutatásában [23]; folyóvízi partpusztulás és árvíz kár felmérésében [24]; de veszélyes anyagokkal kapcsolatos balesetek felszámolásának elősegítésében is [25] stb. Az előző hivatkozások alapján látható, hogy a fellelhető releváns források a területtel részenként is foglalkoznak, de találhatunk olyat, amelyik átfogóbb feldolgozása a témának, és az előzőkön túl az önkormányzatoknál történő hasznosítás egyes területeire is rávilágít [26].

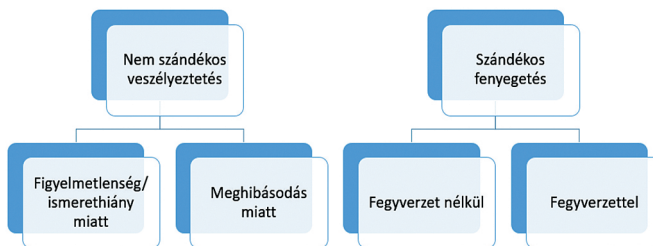
A katonai alkalmazás véleményem szerint a legismertebb [27], egyben (főként morális okok miatt) legmegosztóbb terület. Itt már méretben, súlyban és képességekben általában sokkal fejlettebb repülőeszközökről van szó, mint a korábbiakban. Nagyon leegyszerűsítve az is mondható, hogy ahol az előző területek drónjainak technológiai, technikai fejlettsége végződik, ott kezdődik a katonai felhasználású, pilóta nélküli vagy távirányított repülőrendszerek színvonala. A légerő öt alapfunkciójából [28: 61.] háromban legalább használható: a levegő-felszín támadásokban, információgyűjtésben, illetve személyek kimentésében [3: 90.], de akár a légtérért folytatott küzdelemben is részt vehet (a szembenálló légerő földi elemeinek pusztításával, információk biztosításával, közvetítésével stb.) [29: 4–2.].



1. ábra

A drónok felhasználásának területei és egyes ágazatai [a szerző szerkesztése]

A fentiekből látható, hogy a teljesség legkisebb igénye nélkül is nagyszámú pozitív felhasználási terület különböztethető meg már napjainkban is, holott a tömeges elterjedéstől és a mindennapi használatról egyelőre nem beszélhetünk. A fenti, pozitív felhasználási területeket és ágazatokat az 1. ábrán foglaltam össze. Ami viszont az egyik oldalon pozitív, az a másikon negatívan hathat, tehát figyelembe kell venni a drónok által jelentett kockázatokat, veszélyeket is. A negatív oldalon megkülönböztethető a nem szándékos veszélyeztetés drónok által, ezen belül a figyelmetlenségből vagy ismerethiányból adódó, valamint meghibásodás miatti veszélyeztetés; továbbá a szándékos fenyegetés drónok által, ezt végrehajthatják a drónt mint fegyvert alkalmazva, valamint felfegyverezhetik a repülőeszközt (2. ábra).



2. ábra

A drónok általi veszélyek és fenyegetések csoportosítása [a szerző szerkesztése]

Amennyiben a hasznos alkalmazási területeket és ágazatokat nem egyszerű összesíteni, úgy a drónok jelentette veszélyeket és fenyegetéseket még kevésbé könnyű. Internetes oldalak,

tudományos publikációk és könyvek egész sora dolgozza fel a különböző incidenseket, amelyek főszereplői drónok voltak. Ezekben az esetekben jellemzően nem a hadiipar kifinomult termékeire kell gondolni, hanem – ahogy a bevezetőben is szűkítettem a vizsgálandó területet – a kiskereskedelembe megvásárolható, elsősorban hobbicélú drónokra, amelyek alkalmazására néhány nem állami szereplő kész stratégiával, felhasználási eljárásokkal rendelkezik. A következőkben a 2. ábrán szereplő kategóriákat igazolandó számos esetet bemutatok.

A hagyományos légi forgalomhoz, a kritikus infrastruktúra elemeihez, kiemelt személyhez, középületekhez, magánszférához veszélyesen közel észlelt drónok jelentős része általában nem szándékos fenyegetés eredményeként történik, csupán a felhasználó rosszul navigál, nem ismeri a jogszabályi kereteket, korlátozásokat, netán provokáció a célja, esetleg megszűnik a kapcsolat a kezelő és a repülőeszköz között, vagy meghibásodik a repülő rész és lezuhan [30]. Számos esetet regisztráltak már, amikor a drónok az előző kategóriákba sorolható incidenseket okoztak: drón zuhant az amerikai Fehér Ház kertjébe, de Angela Merkel német kancellár közelében is zuhant már le drón, megsebesített sportolót, riportert és sportesemény-nézőket is; veszélyeztetett repülőgépeket és helikoptereket, észlelték stadionokban, ütközött épületeknek [31] is. Hazánkban is emelkedett a hagyományos légi közlekedés és drónok közötti konfliktusok száma, több mint 12 esetet jelentettek 2018-ban, míg az azt megelőző évben csupán négyet [32]. Az Egyesült Királyságban, Londonban pedig több repülőteret is megbénított a drónok jelenléte: a Gatwick repülőteret 36 órára bezárták, majd röviddel az újranyitás után még egyre [33], illetve Európa legforgalmasabb repülőterén, a Heathrow-n is le kellett állítani a forgalmat, ahol egyórányi zárva tartás is 1000 járatot érintett [34].

Az, hogy az előző esetek némelyikében (repülőterek, légi forgalom, épületek, fontos személyek veszélyeztetése) az indíték ártó szándék volt e, nehéz meghatározni, különösen, ha az elkövetőt nem tudták őrizetbe venni. Azonban könnyedén elkövethető hasonló, de súlyosabb kimenetelű támadás, amely a szándékos fenyegetés megvalósításának kategóriája a drónt fegyverzet nélkül, de fegyverként felhasználva. Az előző példák tehát ebben az esetben is megállják a helyüket, a kategória meghatározása az indítékon dől el.

Az előzőekhez hasonlóan a fegyverzettel vagy más káros vagy illegális „hasznos” teherrel ellátott, a kiskereskedelemből beszerzett drónok támadására is sok példa említhető a közelmúltból. A drónok fegyveres alkalmazását egyes források még az 1990-es évekre teszik [15: 360.], mások a Hezbollahot nevezik meg mint első alkalmazót a 2000-es évek elején [35]. Bárhogyan is legyen, az biztos, hogy az Iraki és Szíriai Iszlám Állam (Islamic State of Iraq and Syria – ISIS) komoly drónalkalmazási stratégiát dolgozott ki, kiképzőközpontokat hozott létre és támadásokra, illetve információgyűjtésre, esetleg pánikkeltésre (pszichológiai hadviselésre) is alkalmazza ezeket a repülőrendszereket [36: 2–14.], [37]. Az al-Káida terrorszervezet pedig egy olyan, 22 pontból álló kiadványt terjesztett a tagjai között, amely tájékoztatást ad az amerikai drónstratégiáról, és hogy milyen módszerekkel lehet e távirányított repülőrendszerek támadásait kevésbé hatékonyra tenni [38: 255.]. Tehát elmondható, hogy a nem állami szereplők a drónok által hatékony légi képességekre tettek szert.

A kisméretű távirányított repülőrendszerek olyan légi képességekhez juttathatnak állami és nem állami szereplőket, amelyek számára ez az anyagi feltételek okán, hagyományos légi eszközök formájában eddig nem volt elérhető. Ezt az elméletet, kimondottan a nem állami szereplőkre koncentrálva, már hazai [15: 360–366.] és nemzetközi [39: 15–16.] kutatók is rögzítették. Van, aki továbbmegy, és azt fogalmazza meg, hogy a relatíve olcsó drónok újraértelmezik a légtér birtoklásáért folytatott erőfeszítéseket és a légtér-szuverenitás fenntarthatóságát [40: 19–20.].

Egy másik tanulmány egy fiktív, de reális scenáriót vázol fel: egy légi bázison éppen ötödik generációs vadászrepülőgépeket készítenek fel hadászati légi támadási feladatok végrehajtására, támogatásukhoz egy légi üzemanyag-utántöltő repülőgép előkészítése is zajlik. A horizonton ekkor néhány sötét folt jelenik meg, amelyek egyre közelednek, majd közelebb érve már kivehető, hogy robbanószerkezetekkel felszerelt drónok érkeznek. A drónok a bombáikat ledobva számos repülőgépet felrobbantanak, a vadász- és utántöltő-repülőgépek robbanásai pedig az előkészítésben részt vevő személyi állomány jó részének halálát okozzák. A továbbiakban támadják a repülőtér üzemanyagtartályait, fegyvertároló épületeit is. Kis befektetéssel milliárdos károkat okoztak drónokkal, jelentős képességeket véve el egy állam légi dominanciájának fenntartásától [41: 102.]. Az eset fikció, azonban mindaddig, amíg egy légi bázison nincs hatékony védekezési mechanizmus a drónok ellen, könnyen megvalósítható lehetőségként és valós kockázatként kezelendő. Hasonló támadások végrehajtása elképzelhető erőművek, kormányzati és középületek, fontos személyek ellen is. Fontos a homloktérben tartani továbbá, hogy az előzőekben felvázolt támadásokhoz minden szükséges eszköz a kiskereskedelemből (drónok) és illegális forrásokból (robbanóanyag, -szerkezet) könnyen beszerezhető.

Az előzőeken túlmenően azonban nem csupán kinetikai támadásokkal lehet számolni, ami számunkra negatív hatású cselekmény. A drónok információgyűjtés is alkalmazhatók: már egészen kisméretű és olcsó drónok is fel vannak szerelve nagyfelbontású (High Definition – HD) kamerákkal, amelyekkel kiváló felvételek készíthetők védett személyekről, objektumokról stb. Az pedig, hogy milyen szenzort függesztenek ezekre a távirányított repülőeszközökre, csak a képzelet és az adott lehetőségek függvénye. Másik, számunkra negatív felhasználási terület: fontos adatok kerülhetnek rossz kezekbe a drónrepülések által. Egyes szakértők feltételezik, hogy a DJI gyártó drónjai [42] adatokat küldhetnek Kínába olyan területek fölül, amelyekről aligha lenne a távol-keleti országnak információja, amennyiben ezek a drónok nem „csempésznék” ki azokat [43]. A drónokkal nemcsak támadás és információszerzés valósítható meg, hanem légi szállítás is. Büntetésvégrehajtási intézményekbe számos illegális tárgyat próbáltak már bejuttatni: fegyvert, alkoholt, drogot, mobiltelefont [44]. Bizonyára az incidensek még nagyon hosszan sorolhatók lennének, illetve a lehetséges scenárióbeli események permutációi is nagy számot mutatnak, azonban csupán egy esetről kívánok beszámolni, amely az előző, azaz a légi szállítás és a kinetikai támadás egyvelege: 2015-ben a japán miniszterelnök rezidenciájának tetejére egy radioaktív anyagot szállító drón szállt le [45]. Az akciót nem támadásnak, inkább figyelmeztetésnek szánták, miután két, korábban leállított atomerőmű újraindításáról döntöttek, azonban az eset így is precedensértékű.

A szerző úgy gondolja, hogy a számos eset bemutatásán keresztül alátámasztotta és kellően demonstrálta a 2. ábrán felvázoltakat. Látható, hogy a drónok ártó alkalmazási területeinek száma jelentős, a veszélyeztetésekre és fenyegetésekre számos viszonylatból fel kell készülnie az államnak, amelynek kötelessége állampolgárait és intézményeit megvédeni. Magyarország esetében a közbiztonság fenntartásáért a rendőrség felelős, amelyet pedig a Kormány irányít [46: 46. cikk (1), (2)]. (A drónok elleni védekezés során felmerülő felelősségi kérdésekről később még említést tesz a szerző.) A veszélyek számosságából pedig előrevetíthető, hogy nem elégséges egyfajta védekezési vagy elhárítási megoldás, ezek összehangolt, jól átgondolt, az elemek egymást kiegészítő, erősítő rendszerének alkalmazására van szükség. A következőkben különböző védekezési megoldások leírása történik, amely komponensekből kialakítható egy- vagy többfajta, a remények szerint hatékony drónelhárító rendszer.

Adminisztratív megoldások a drónforgalom kezelésére

A drónrepülések kezelésében lehetséges átfogó megoldások a különböző adminisztratív szabályozások. Ennek egy átfogó megnevezése lehet az úgynevezett távirányított repülések kezelőrendszere, bár a nehézkes magyar nyelvű megnevezés helyett talán érdemesebb a kompaktabb angol nyelvűt alkalmazni: Unmanned (aircraft system) Traffic Management (UTM). Az ICAO⁷ [47] megfogalmazásában az UTM egy olyan légitforgalom-kezelő rendszer, amely elsősorban az alacsony magasságon közlekedő, 25 kg-nál könnyebb, távirányított repülőrendszerek (drónok) forgalmát hivatott rendszerezni [48]. A NASA⁸ jövőben kifejlesztendő rendszere magában foglalja a megfelelő légtér szerkezet és légi folyosók kialakítását; dinamikus GeoFencinget (lásd később); a drónrepülésekre veszélyes időjárási jelenségek és erős szél kerültetését; a földdel való ütközés megelőzését; útvonaltervezést és újratervezést; elkülönítés alkalmazását; és a vészhelyzetek kezelését. A rendszer sajátossága, hogy nagymértékben automatizált, emberi tevékenység csupán a rendszer üzemben tartásához szükséges, a légitforgalom-irányítás automatikus lenne. A rendszer kifejlesztés alatt áll, a tesztek 2015 óta folynak [49]. Az FAA egy átmeneti, koordinációs kutatócsoportot hozott létre, amely csoport egyezteteti az UTM-mel kapcsolatos kutatásokat és fejlesztéseket a NASA, FAA és egyéb iparági szereplők között. A NASA UTM-rendszerének elemein felül azonosítják a szükséges szolgáltatásokat; kutatják az információs architektúrát, az adatcsere-protokollokat, szoftverfunkciókat, a szükséges kiszolgáló infrastruktúrát, továbbá a rendszer szükséges teljesítménykövetelményeit a földfelszínhez viszonyított 400 láb (körülbelül 120 m) alatti repülések kiszolgálásához, kezeléséhez [50]. Ezekon túlmenően természetesen a tudományos érában is folyamatos az UTM-rendszerek működésével kapcsolatos gondolkodás, valamint a lehetséges rendszerfelépítés leírása [51].

Az előző rendszerhez képest egyszerűbb megoldás, illetve részét képezheti az előzőnek, de külön érdemes kiemelni az úgynevezett GeoFencinget és GeoCaginget. Előbbi megoldás során egy virtuális „kerítést” vannak adott objektumok vagy területek köré, amelyet a megfelelő berendezéssel ellátott drónok nem lépnek át, illetve a feladattervező szoftvereken láthatók ezek a lezárt légtérrészek [52]. Utóbbi pedig az előző ellentéte, tehát a drón „be van zárva” egy adott légtérrészbe, és ebből nem képes kirepülni, legalábbis figyelmeztetést kap, ha belép egy tiltott légtérbe, vagy kilép a számára kijelölt légtérből [53]. Ezek a szoftveres korlátozások a drónok kezelőprogramjába is beépíthetők, amelyeket vagy a tartozékként mellékelt kontroller alkalmaz, vagy valamelyik online úgynevezett alkalmazásboltból (például: Google Play, vagy Apple App Store) lehet letölteni okostelefonra, majd ezek szolgálnak kontrollerként. Magyarországon a DJI gyártó drónjai számára az előbb említett vezérlőszoftver meggátolja, hogy a Puskás Ferenc Stadion fölé bepölyjenek [54].

A magyarországi fejlesztés is előrehaladott a drónforgalom adminisztratív kezelését illetően. A HungaroControl Magyar Légiforgalmi Szolgálat Zrt. kifejlesztett egy mobilalkalmazást, a MyDroneSpace-t, amely alkalmazással egyszerűsödik a Magyarországon jelenleg hatályos, a drónhasználatra vonatkozó jogszabályok betarthatósága. Az alkalmazásban a felhasználó be tudja regisztrálni magát és drónját; másik fontos momentum az úgynevezett eseti légtér

⁷ International Civil Aviation Organisation – Nemzetközi Polgári Légiközlekedési Szervezet, az Egyesült Nemzetek Szervezetének (ENSZ) légi közlekedéssel foglalkozó szervezete, tagjainak száma 192 állam, köztük Magyarország.

⁸ National Aeronautics and Space Administration – Nemzeti Repülési és Űrhajózási Hivatal (Amerikai Egyesült Államok).

megigénylése, ami ezen az applikáción keresztül leegyszerűsödik és az esetleges „ütközésekre” tehát más, a légtér szerkezet fix elemével való összeférhetlenségre figyelmeztet, és nem teszi lehetővé az eseti légtér megigénylését ilyen esetben, valamint megjeleníti a közelben más felhasználó által létrehozott eseti légtereket. Az alkalmazás motorjaként szolgáló, szintén online, de csak internetbőngészőből elérhető NetBriefing-rendszerben a különböző állami szervek által létrehozott drónmentes zónákra is figyelmeztet az applikáció, továbbá folyamatos a hazai UTM-rendszer fejlesztése, kialakítása [55].

Nagyon fontos továbbá a felhasználók vagy jövőbeni drónhasználók tájékoztatása, képzése a drónrepülésekkel kapcsolatos jogszabályi keretokról, a bekövetkező szabályozásváltozásról, az etikus, felelős drónrepülésről, az eszköz kezeléséről, továbbá szükséges megvizsgálni, hogy a drónhasználat kötődjön-e jogosítvány megszerzéséhez. Vizsgálandó továbbá, hogy lehetséges vagy szükséges-e a dróngyártás standardizálása, szabályozása, és meghatározhatók-e olyan minimális feltételek, amelyek hiányában nem értékesíthetők ezek az eszközök. A drónok nyomon követésében jelentős előrelépés lehetne, ha kötelező berendezéssé válna valamilyen másodlagos jeladó (transzponder), erre a megoldásra, azaz a drónok közhiteles nyomon követésére is többfajta módszer elképzelhető [56: 114–116.], [57: 274–277.].

Könnyen belátható, hogy az előző megoldások csupán az etikus, jogkövető, együttműködő drónhasználók esetében hasznosak, működőképesek, ami lehet magán-, üzleti vagy közszolgálati célú egyaránt. Az előbb említett rendszerek, jövőbeli szolgáltatások csupán az etikus alkalmazók drónforgalmát képesek szabályozni, mederbe terelni, az agresszív vagy illegális tevékenységek elhárításához radikálisabb megoldások szükségesek.

Ellentevékenység az illegális drónhasználat megelőzésére

Annak érdekében tehát, hogy különböző illegális és agresszív tevékenységek megakadályozhatók legyenek, valamint hogy az elkövető, azaz a fenyegetés forrása is megtalálható legyen, az előzőeknél radikálisabb megoldásokat szükséges alkalmazni. Napjainkban már igen sok fajta ellentevékenységi megoldás létezik, számos vállalat kínál különböző eszközöket erre a célra. A következőkben különböző aspektusokra fókuszáló megoldásokat tekintek át, amelyekkel a fenyegetések kezelhetők. A céloom ebben a részben nem egy teljes, manapság elérhető ellentevékenységi „prospektus” összeállítását, csupán néhány példán keresztül bemutatni, hogy milyen megközelítésekkel valósítható meg a drónok elleni fellépés.

A védekezés hatékonyságát alapvetően meghatározza a fenyegetés méretéről, irányáról rendelkezésre álló információ. Ezen információk biztosítására a rádiólokációs megoldások tekinthetők a legkézenfekvőbbeknek, azonban számos más detektálási és követési lehetőség is a rendelkezésre áll. Az elektromágneses hullámokon kívül alternatívát jelent az akusztikus felderítés, az elektromágneses jelkibocsátás felderítése, esetleg az elektro-optikai felderítés, kiegészítve infravörös érzékeléssel [58]. A rádiólokáció hátránya, hogy a kisméretű, kereskedelmi forgalomban értékesített drónok kevés olyan anyagot tartalmaznak, amely úgynevezett hatásvisszaverő-felületet képezne, azaz kevés beérkező rádiójel verődik vissza ezen eszközökről, tehát e körülmény az ilyen módszerrel végrehajtott felderítést megnehezíti. Az akusztikai felderítés során a drón felépítményének anyaga nem releváns, azonban az alkalmazott rotor mérete, karakterisztikája már meghatározhatja a felderítés sikerét, ugyanúgy, ahogy az alkalmazott motor típusa is. Ennek a módszernek a lényege, hogy a detektálást

és azonosítást végrehajtó berendezésben egy nagy érzékenységű mikrofon érzékeli a drón hangját, egy mikroprocesszor a tárolt hangmintákhoz hasonlítja azt, és kiválasztja a megfelelőt, tehát a leggyakrabban használt dróntípusokat képes azonosítani is, ezáltal biztosítva többletinformációt. A korábban említett korlátozásokon túl ez a módszer nem képes észlelni a merevszárnyú eszközöket sikló üzemmódban; városi, zajos környezetben pedig számos zavaró hangforrás lehet jelen, azonban ezek megkülönböztetésében eléggé előrehaladott a fejlesztés. Az elektromágneses jelkibocsátás felderítése mind a repülőeszköz, mind pedig az azt irányító személy/állomás detektálására képes lehet. Utóbbi azért is fontos, mert ilyen módon nemcsak a drónfenyegetésre mint tünetre történhet reakció, hanem annak forrása, az elkövető/agresszor lokalizálása, megtalálása is lehetségessé válik. Adott esetben az elektrooptikai felderítés, kombinálva hőforrás-érzékeléssel is alkalmazható lehet, de az előzőekhez viszonyítva ez a megoldás tűnik a legkevésbé hatásosnak. A videóképen nehézkes a kisméretű objektumok észlelése, hacsak nem áll rendelkezésre valamilyen szoftveres támogatás, továbbá az infravörös tartományú érzékelést megnehezíti, hogy az elektromotorok csekély hőt termelnek, a madarak teste például magasabb hőmérsékletű, a rendszer összetévesztheti a céltárgyakat, hacsak a repülési profiljuk alapján nem tud különbséget tenni.

A védekezés egy következő, még aktívabb lehetősége a különböző zavarások alkalmazása. Ennek a védekezési módszernek is többfajta megoldása létezik, zavarható a kommunikáció az irányító és a drón között, zavarható csak a drón, illetve a helymeghatározó rendszer is. A rádióhullámok zavarása egy széleskörűen bevett módszer, számos esetben szokás alkalmazni. Jelen esetben az irányító és a drón közötti kommunikációra, irányításra szolgáló rádióhullámok zavarásáról van szó. Amennyiben az előbb említett kommunikációt blokkoljuk, úgy a drón nem fogja végrehajtani az irányító utasításait, viszont erre az esetre, azaz ha a repülő rész nem érzékeli a megfelelő beérkező jeleket, manapság legtöbb esetben valamilyen vészhelyzeti eljárást fog követni: leszáll, esetleg visszarepül az irányító utolsó ismert helyére vagy a felszállás helyére. Meggondolandó azonban e módszer alkalmazása, ugyanis amennyiben a távirányított repülőrendszer nem rendelkezik az előbbiekhöz hasonló vészhelyzeti mechanizmusokkal, esetleg szándékosan eltávolították a programjából, elképzelhető, hogy olyan járulékos károkat okozunk, amelyek csak súlyosbítják az adott szituációt. Továbbá javasolt csupán akkor alkalmazni ezt a megoldást, amikor valós fenyegetés áll fent, tehát nem folyamatosan végezni a zavarást, mert elképzelhető, hogy az effajta ellentevékenység más rádióhullámokkal kommunikáló eszközt is zavarni fog. Zavarható csak a repülő rész is, például a Battelle cég DroneDefender nevű termékével: a karabélyformájú és -méretű eszközzel megcélizzuk a drónt, ez egy nyalábba fogja azt, és egyenes, közepes sebességű mozdulattal a földre vezethetjük a repülőszerkezetet [59], [60]. Harmadrészt pedig zavarhatók a GNSS-től⁹ kapott jelek, valamint hamis jelek közölhetők a drónnal, amivel szintén befolyásolható, vagy megakadályozható az illegális tevékenység [61]. Ennek a módszernek a hátránya szintén az alkalmazás környezetében történő nem kívánt ráhatás a szintén ilyen jeleket felhasználó készülékekre (mobiltelefonos, autós navigációs rendszerek stb.).

Amennyiben pedig az előző megoldások nem lennének hatásosak az illegális tevékenység vagy támadás elhárítására, úgy a kinetikus ellentevékenységi módszerek alkalmazása válik szükségessé. Ilyen megoldás lehet speciálisan felkészített drón alkalmazása, amely egy hálóval kapja el a szembenálló drónt [58], továbbá rakéták, gépágyúk, kézi fegyverek, lézerfegyverek,

⁹ Global Navigation Satellite System – Globális Navigációs Műhold Rendszer

mikrohullámú fegyverek stb. E megoldásokról a szerző korábbi publikációjában is értekezett [3: 90–91.], továbbá más hazai [62] és külföldi kutatók írásai [41] is megtalálhatók e témában. Amennyiben a zavarás esetében számításba kell venni, akkor e „legaktívabb” védekezési formánál pedig fokozottan érvényes a járulékos károkozás kockázatának felmérése akár a lezuhanó törmelékek, akár maga a fegyveralkalmazás szempontjából.

Javaslatok

Az általam eddig a témában tanulmányozott források számos lehetőséget vizsgálnak a drónokkal kapcsolatos ellentevékenység megvalósítására. Viszont a szerző azt tapasztalta, hogy még azok a források sem javasolnak valamilyen átfogó, rendszerszintű megoldást, amelyek, hasonlóan az előzőekhez, áttekintik, sokszor részletesebben, a szembenállási lehetőségeket. Jelen publikáció célja, ahogy azt már megfogalmazta a szerző, nem az, hogy egy újabb katalógus készüljön, hanem egy átfogó javaslat prezentálása a rendelkezésre álló elhárítási lehetőségekből, amely rendszer a speciális, drónfenyegetésekkel kapcsolatos aspektusokra lehet képes válaszolni.

A drónok elleni védekezés hadtudományi besorolását illetően a légi erő-hadelmélet kereteibe foglalható. Ezen belül is a légi erő öt fő funkciója (feladatköre) közül (légi szembenállás, levegő-felszín támadás, információgyűjtés, légi mobilitás, személykimentés) [63: 1-8–1-17.] a légi szembenállás funkcióba sorolandó, itt pedig a védelmi légi szembenállás, avagy légvédelem keretén belül hajtják végre. A területi korlátokra figyelemmel nem történik meg a többi légi erő-főfunkció olyan fajta kizárása az elméleti besorolás vizsgálatából, amikor azok leírása megtörténne, és tartalmukból egyértelműen kiderül, hogy a drónok elleni védekezés nem lehet részük. A következőkben azonban a szerző bemutatja a védelmi légi szembenállást, annak területeit, tartalmát, különböző funkcióit.

A védelmi légi szembenállás tehát a légi szembenállás része, amely főfunkció elsőként az előbb hivatkozott forrásban, a NATO AJP 3.3 B-ben jelenik meg. Eggyel alacsonyabb szintű dokumentum a NATO AJP 3.3.1 B, amelynek ötödik fejezete foglalkozik részletesebben e témakörrel. [64: 5-1–5-12.] Előbbi dokumentum megfogalmazásában „a védelmi légi szembenállás elsősorban az ellenséges légi- és rakétatámadások elleni tevékenység. A légvédelem aktív és passzív megoldásokat egyaránt magában foglal az erők és kulcsfontosságú érdekek megvédése céljából az ellenséges légi- és rakétatámadásokkal szemben. A légvédelem törekszik a behatoló légi járművek és rakéták lehető leghamarabbi elfogására. Törekszik az ellenséges légi járművek és rakéták felderítésére, azonosítására, elfogására, semlegesítésére vagy még inkább megsemmisítésére, amelyek behatolnak a saját légtérbe, vagy megtámadják a saját légi képességeket. A szűkszámú erőforrás ellenére hatékony lehet az ellentevékenység a feladatok prioritizálása és a megfelelő kockázatelemzés mellett. Következésképpen a hatásos reagálás átfogó infrastruktúra kiépítése és részletes tervezés által megvalósítható.” Amennyiben a drónok elleni védekezésre gondolunk, és az előző meghatározásba a légi eszközök és rakéták helyére a drón szó kerül, ugyancsak érvényes leírás születik, hiszen ugyanúgy légi fenyegetésről van szó kulcsfontosságú érdekeinkkel szemben.

A légvédelem két további területre osztható, az aktív és a passzív légvédelemre. „Az aktív légvédelem közvetlen védelmi tevékenység a saját erőforrások elleni légi- és rakétafenyegetés megsemmisítésére vagy csökkentésére. Magában foglalja repülőgépek, légvédelmi rakéták,

elektronikai harci képességek és más, a célra alkalmas fegyverek használatát. Előbbi fegyverrendszerek integrálása lehetővé teszi a mélységben történő védekezést és a többszöri fegyveralkalmazás lehetőségét." Vizsgálva a lehetséges ellentevékenységekre, azok a megoldások képeznek a védekezés aktív elemeit. A szerző előbbi meghatározást is egészében érvényesnek tarja a drónok elleni védekezés során mint elvi keretrendszert.

„A passzív légvédelem az aktív légvédelem elemein kívül minden olyan rendszabályt magában foglal, amelyek bevezetésével csökkenthető az ellenséges légi- és rakétatámadások hatékonysága a saját erőforrásokkal szemben. E rendszabályok az álcázás, megtévesztés, széttelepítés, valamint a megerősítés.” Az előbbieket némelyike érvényesíthető lehet a hétköznapi drónokkal szembeni védekezésben, viszont nyilvánvalóan nem kívánunk középületeknek, erőműveknek, sportközpontoknak stb. háborús külsőt kölcsönözni. Azonban ugyanezen analógiát alapul véve például a dróngyártás és -értékesítés szabályozásával, illetve a megfelelő detektálási infrastruktúra kiépítésével, valamint egy jogszabályi és szoftveres keretrendszer segítségével mederbe terelhető az egyre nagyobb méreteket öltő drónforgalom.

Abban a kérdésben, hogy milyennek kellene lennie a drónok elleni védekezés folyamatának, szintén majdnem kész keretrendszert biztosít a NATO AJP 3.3.1 B:

- felderítés;
- útvonalba foglalás (nyomon követés);
- azonosítás;
- információáramoltatás;
- fegyverzet (ellentevékenységi forma) kijelölése;
- fegyverirányítás;
- fegyveralkalmazás;
- harcösszegzés;
- légi járművek újbóli felkészítése.

Összegzés

Hangsúlyozandó a témakör jelentőségét a publikációban, elsőként a drónok növekvő számát igazoltam, ugyanebben a fejezetben a hagyományos légiforgalom méretét is bemutattam, hogy az összevetés lehetséges legyen. Az első fejezetben foglaltak bizonyítják, hogy a drónok száma jelentős mértékben fog növekedni, majd kifejtettem, hogy mind hobbi, mind üzleti célú felhasználásuk jelentőssé válik, továbbá a közszolgálati alkalmazásuk is egyre inkább kiszélesedik. Nagyon fontos tisztában lenni a lehetséges fenyegetésekkel is, számos példán keresztül, különböző fenyegetési formákat is bemutattam. Ezek után a szerző az általa adminisztratív drónforgalom-kezelési megoldásokként aposztrofált lehetőségeket mutatta be, amely elemekkel az együttműködő, agresszív szándékotól mentes drónhasználók repüléseit lehetséges mederbe terelni, továbbá egyéb megoldásokat is tartalmaz, mint a jogszabályi keretrendszert, tájékoztatást, oktatást, gyártás- és kereskedelmi szabályozást. A veszélyek elhárítására alkalmas aktív ellentevékenységi módszerek áttekintése pedig tematizálva történt. A javaslatok részben végül azt a rendszert tekintettük át, amelyik elég komplex megközelítést adhat a drónforgalom kezelésére, mind az általános, békés felhasználás esetében, mind pedig képes a fenyegetések elhárítására többfajta megközelítés alkalmazása mellett.

Összefoglalva, a hatékony drónforgalom-kezelés nem merülhet ki egy-egy elem különálló alkalmazásában. Ezen a területen egyelőre nincsenek olyan nagyméretű gyártók, nem állami szervezetek, amelyek képesek lennének megalkotni és üzemeltetni a megfelelő rendszereket. A drónforgalom kezelésére jelentős erőfeszítéseket szükséges megtenni a közeljövőben, amely feladat az egyes államokra, esetleg államközi együttműködésekre látszik hárulni. Annak az eldöntése, hogy a drónforgalom kezelése során mely terület belügyi vagy honvédelmi felelősségkör, későbbi jogi elemzések tárgya. A hatékony drónforgalom-kezelés alapeleme a jól szabályozott jogi környezet, ami többek között kitér a vezetői engedély kérdéskörére, a felelősségbiztosításra, a drón technikai paramétereire és kötelező tartozékaira, a légtérhasználat részleteire stb. Az ellentevékenységi folyamata a fenyegetést jelentő drónokkal szemben analóg a meglévő légvédelmi rendszerfunkciókkal:

- Először a légi cél felderítését szükséges végrehajtani, továbbá ezzel párhuzamosan a jelkibocsátást vizsgálva az irányító állomás helyét is igyekezni kell lokalizálni;
- A felderített céljelet útvonalba kell foglalni, azaz szoftver segítségével egy olyan céljellel alakítani, amely követése folyamatossá válik, elérhető a megtett útvonala, illetve az aktuális repülési tulajdonságai alapján predikció történik a legvalószínűbb jövőbeli (fél-egy perces időtávban) útvonalára;
- A rendelkezésre álló információk és repülési paraméterek alapján megtörténik az azonosítási kategóriákba (barát, ellenség, kereskedelmi, közszolgálati stb.) sorolás;
- Információáramlás kezdődik a légi célról, annak megfelelően, hogy az azonosítás eredményeként fenyegetést jelent-e a repülőeszköz, vagy sem;
- Amennyiben igen, a gyors kockázatelemzést követően vagy a megfelelő eljárás alkalmazása alapján meghatározandó az ellentevékenységi típusa;
- Az ellentevékenységi formájának kiválasztását követően megtörténik a megfelelő módszer alkalmazása, amely lehet esetleg csak zavarás, földre kényszerítés, impulzusfegyver vagy valamilyen kinetikus megoldás alkalmazása;
- Végül szükséges megvizsgálni, hogy megtörtént-e a fenyegetés elhárítása, majd a rendszer alaphelyzetbe állhat, azaz folytatódik a légtér megfigyelése az illetékességi területen belül, az ellentevékenységi megoldások pedig felkészülnek a legközelebbi feladatra.

Ahhoz, hogy e feladatrendszer megvalósítható legyen, minden szükséges rendszerelem rendelkezésre áll, csupán a megfelelő integráció szükséges. Az egyes ellentevékenységi alkalmazások együttes alkalmazása szinergiába lép, vagyis a drónelhárító rendszer hatékonysága nem az elemek hatékonyságának összege, hanem ezek egymást kiegészítve rétegzett légvédelmi rendszert alkotnak.

Hivatkozások

- [1] M. Palik szerk., *Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek*. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2013., p. 323.
- [2] I. Papp, „Pilóta nélküli légijármű típusok jellemzése,” *Repüléstudományi Közlemények*, 25. évf. 2. sz. pp. 53–68. 2013.

- [3] L. J. Komjáthy és J. Csengeri, „A távirányított és pilóta nélküli repülőrendszerek alkalmazási lehetőségei a felkelők elleni műveletek során,” *Honvédségi Szemle*, 145. évf. 6. sz. pp. 81–92. 2017.
- [4] Federal Aviation Administration, [Online]. Elérhető: www.faa.gov/ (Letöltve: 2019. 02. 01.)
- [5] Eurocontrol, [Online]. Elérhető: www.eurocontrol.int/ (Letöltve: 2019. 02. 01.)
- [6] Hungarocontrol [Online]. Elérhető: www.hungarocontrol.hu/ (Letöltve: 2019. 02. 01.)
- [7] General Aviation Manufacturers Association, [Online]. Elérhető: <https://gama.aero/> (Letöltve: 2019. 02. 01.)
- [8] General Aviation Manufacturers Association, “2017 Annual Report” *General Aviation Manufacturers Association*, [Online]. Elérhető: https://gama.aero/wp-content/uploads/GAMA_2017_AnnualReport_ForWeb_0518.pdf (Letöltve: 2019. 02. 01.)
- [9] Statista.com, “Size of aircraft fleets by region worldwide in 2018” *statista.com*, [Online]. Elérhető: www.statista.com/statistics/262971/aircraft-fleets-by-region-worldwide/ (Letöltve: 2019. 02. 05.)
- [10] European Business Aviation Association [Online]. Elérhető: www.ebaa.org/ (Letöltve: 2019. 02. 05.)
- [11] European Business Aviation Association, Fleet Tracker Europe. *European Business Aviation Association*, December 2018. Jetnet, [Online]. Elérhető: www.ebaa.org/app/uploads/2018/08/December-2018-Fleet-Report.pdf (Letöltve: 2019. 02. 05.)
- [12] International Air Transport Association [Online]. Elérhető: www.iata.org/Pages/default.aspx (Letöltve: 2019. 02. 14.)
- [13] Global Firepower [Online]. Elérhető: www.globalfirepower.com/ (Letöltve: 2019. 02. 14.)
- [14] Eurocontrol, European Drones Outlook Study – Unlocking the Value for Europe. *Eurocontrol*, 2016. [Online]. Elérhető: https://sesarju.eu/sites/default/files/documents/reports/European_Drones_Outlook_Study_2016.pdf (Letöltve: 2019. 01. 31.)
- [15] Z. Krajnc, „Drónok, hibrid fenyegetés, terrorizmus a légtérből: a légi hadviselés privatizálása,” *Hadmérnök*, 13. évf. 4. sz. pp. 358–369. 2018.
- [16] Magyar Idők, „Elérheti a százezret a drónhasználók száma,” *Magyar Idők*, 2018. július 31. [Online]. Elérhető: <https://magyaridok.hu/belfold/elerheti-a-szazezret-a-dronhasznalok-szama-magyarorszagon-3345824/> (Letöltve: 2019. 02. 14.)
- [17] E. Szaszin, „Már százezer drón röpköd a magyar égen” *márkamonitor.hu*, [Online]. Elérhető: <https://markamonitor.hu/2018/09/20/mar-szazezer-dron-ropkod-a-magyar-egen/> (Letöltve: 2019. 02. 14.)
- [18] I. Patay és M. Montvajszki, „Drónok a mezőgazdaságban,” *Mezőgazdasági Technika*, 57. évf. 2. sz. pp. 18–20. 2016.
- [19] Piac és Profit, „A mezőgazdaságot is gyökeresen átalakítják a drónok,” *Piac és Profit*, [Online]. Elérhető: <https://piacesprofit.hu/infokom/a-mezogazdasagot-is-gyokeresen-atalakitjak-a-dronok/> (Letöltve: 2019. 02. 15.)
- [20] Élelmiszer Online, „Agro-drónok: a mezőgazdaság forradalmarai,” *Élelmiszer Online*, 2018. július 18. [Online]. Elérhető: http://elelmiszer.hu/gazdasag/cikk/agro_dronok__a_mezogazdasag_forradalmarai (Letöltve: 2019. 02. 15.)
- [21] P. M. Hell, „Logisztikai folyamatok támogatása drónokkal,” *Köztes-Európa Társadalomtudományi Folyóirat*, 9. évf. 1–2. sz. pp. 65–71. 2017.
- [22] V. Rottler, „A drónok rendészeti alkalmazása (szaktanulmány)” *detektorplusz.hu*, [Online]. Elérhető: <http://detektorplusz.hu/index.php?m=23684> (Letöltve: 2019. 02. 15.)

- [23] Á. Restás, „A drónok alkalmazásának lehetőségei az iparbiztonság megelőző hatósági tevékenységei során,” In *Katasztrófavédelem 2018. Veszélyes tevékenységek biztonsága. Nemzetközi iparbiztonsági tudományos konferencia, Konferenciakiadvány, Budapest, 2018. november 15. pp. 339.*
- [24] L. Bertalan és Á. Restás, „A drónok katasztrófavédelmi alkalmazásának lehetőségei folyóvízi partpusztulás és árvízvár felmérésében,” In *Katasztrófavédelem 2018. Veszélyes tevékenységek biztonsága. Nemzetközi iparbiztonsági tudományos konferencia, Konferenciakiadvány. Budapest, 2018. november 15. pp. 317.*
- [25] D. Nemes és Á. Restás, „A drónok alkalmazásának lehetőségei veszélyes anyagokkal kapcsolatos balesetek felszámolásának elősegítése érdekében,” In *Katasztrófavédelem 2018. Veszélyes tevékenységek biztonsága. Nemzetközi iparbiztonsági tudományos konferencia, Konferenciakiadvány. Budapest, 2018. november 15. pp. 334.*
- [26] Á. Restás, „A drónok közszolgálati alkalmazásának lehetőségei,” *Új Magyar Közigazgatás*, 10. évf. 3. sz. pp. 49–63. 2017.
- [27] A. F. Varga, „A drónok mint a kockázatmentes hadviselés eszközei,” *Hadtudományi Szemle*, 6. évf. 2. sz. pp. 44–58. 2013.
- [28] J. Csengeri, „A légiereő mint a geostratégiai törekvések egyik meghatározó eszköze,” *Repüléstudományi Szemlények*, pp. 37–66. 2017.
- [29] NATO AJP-3.3.1 B Allied Joint Doctrine for Counter-Air, Brüsszel, NSA, 2010.
- [30] C. Cawley, “5 Unstoppable Drone Security Threats You Should Be Aware Of,” 15 Oct. 2015, *MakeUseOf.com*, [Online] Elérhető: www.makeuseof.com/tag/unstoppable-drone-security-threats-aware/ (Letöltve: 2019. 02. 26.)
- [31] C. Forrest, “17 Drone Disasters that Show Why the FAA Hates Drones,” *TechRepublic.com*, 13 June 2018, [Online] Elérhető: www.techrepublic.com/article/12-drone-disasters-that-show-why-the-faa-hates-drones/ (Letöltve: 2019. 02. 26.)
- [32] HungaroControl, „Egyre több a szabálysértő drónreptetés,” *HungaroControl*, [Online] Elérhető: www.hungarocontrol.hu/sajtoszoba/hirek/%20Egyre%20t%C3%B6bb%20a%20szab%C3%A1lys%C3%A9rt%C5%91%20dr%C3%B3nreptet%C3%A9s (Letöltve: 2019. 02. 26.)
- [33] G. Topham and F. Perraudin, “Two Arrested as Gatwick Reopens Following Latest Drone Sighting,” *The Guardian*, 22 Dec. 2018, [Online] Elérhető: www.theguardian.com/uk-news/2018/dec/21/gatwick-airport-reopens-limited-number-of-flights-drone-disruption (Letöltve: 2019. 02. 26.)
- [34] K. Rawlinson, “Heathrow: Police Investigate after Drone Sighting Disrupts Flights,” *The Guardian*, 8 Jan. 2019, [Online] Elérhető: www.theguardian.com/uk-news/2019/jan/08/heathrow-airport-departures-suspended-after-drone-sighting (Letöltve: 2019. 02. 26.)
- [35] The Middle East Media Research Institute, S. Stalinsky, and R. Sosnow, “A Decade of Jihadi Organizations’ Use of Drones – From Early Experiments by Hizbullah, Hamas, And Al-Qaeda to Emerging National Security Crisis for the West as ISIS Launches First Attack Drones,” *The Middle East Media Research Institute*, 21 Feb. 2017. [Online] Elérhető: www.memri.org/reports/decade-jihadi-organizations-use-drones-%E2%80%93-early-experiments-hizbullah-hamas-and-al-qaeda#Hizbullah%20Anchor (Letöltve: 2019. 03. 01.)
- [36] D. Rassler, *The Islamic State and Drones: Supply Scale and Future Threats*. West Point, Combating Terrorism Center, United States Military Academy, 2018. p. 24.

- [37] B. Watson, "The Drones of ISIS," *DefenseOne.com*, 12 Jan. 2017. [Online] Elérhető: www.defenseone.com/technology/2017/01/drones-isis/134542/ (Letöltve: 2019. 03. 01.)
- [38] L. Ványa, „Hogyan védekezzünk a drónok ellen?” *Repüléstudományi Közlemények*, 25. évf. 2. sz. pp. 255–261. 2013.
- [39] D. R. Patterson, "Defeating the Threat of Small Unmanned Aerial Systems," *Air & Space Power Journal*, vol. 31, no. 1, pp. 15–25, 2017.
- [40] J. Hurst, "Small Unmanned Aerial Systems and Tactical Air Control," *Air & Space Power Journal*, vol. 33, no. 1, pp. 19–33, 2019.
- [41] T. S. Palmer and J. P. Geis, "Defeating Small Civilian Unmanned Aerial Systems to Maintain Air Superiority," *Air & Space Power Journal*, vol. 31, no. 2, pp. 102–118, 2017.
- [42] "Phantom series," *DJI.com*, [Online] Elérhető: https://store.dji.com/shop/phantom-series?from=menu_products (Letöltve: 2019. 03. 01.)
- [43] S. Ludwig, "Drones: A Security Tool, Threat and Challenge," *SecurityMagazine.com*, 9 March 2018, [Online] Elérhető: www.securitymagazine.com/articles/88803-drones-a-security-tool-threat-and-challenge (Letöltve: 2019. 02. 26.)
- [44] S. Ghislain, "The Menace of Drones in a Prison Environment," Counteracting Drones Conference, London, 2018. 12. 11-12.
- [45] W. Ripley, "Drone with Radioactive Material Found on Japanese Prime Minister's Roof," *CNN.com*, 22 Apr. 2015 [Online] Elérhető: <https://edition.cnn.com/2015/04/22/asia/japan-prime-minister-rooftop-drone/index.html> (Letöltve: 2019. 03. 01.)
- [46] Magyarország Alaptörvénye
- [47] "International Civil Aviation Organization" [Online] Elérhető: www.icao.int/Pages/default.aspx (Letöltve: 2019. 03. 12.)
- [48] International Civil Aviation Organization, "Unmanned aerial system Traffic Management (UTM)," *International Civil Aviation Organization*, [Online] Elérhető: www.icao.int/annual-report-2017/Pages/new-emerging-activities-unmanned-aerial-system-traffic-management.aspx (Letöltve: 2019. 03. 12.)
- [49] NASA, "Unmanned Aircraft System (UAS) Traffic Management (UTM)," NASA, [Online] Elérhető: <https://utm.arc.nasa.gov/index.shtml> (Letöltve: 2019. 03. 12.)
- [50] Federal Aviation Administration, "Unmanned Aircraft System Traffic Management (UTM)," *Federal Aviation Administration*, [Online] Elérhető: www.faa.gov/uas/research_development/traffic_management/ (Letöltve: 2019. 03. 12.)
- [51] T. Jianga, J. Gellera, D. Nia and J. Collura, "Unmanned Aircraft System Traffic Management: Concept of Operation and System Architecture," *International Journal of Transportation Science and Technology*, vol. 5, no. 3, pp. 123–135. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijst.2017.01.004>
- [52] Aerial Information Systems Corporation, "What is Geofencing?" *Aerial Information Systems Corporation*, [Online] Elérhető: www.aisc.aero/what-is-geofencing/ (Letöltve: 2019. 03. 12.)
- [53] Single European Sky ATM Research – SESAR, "SESAR project researches tracking of drones in the airspace," 30 Oct. 2017, [Online] Elérhető: www.sesarju.eu/news/sesar-project-researches-tracking-drones-airspace (Letöltve: 2019. 03. 12.)
- [54] „Miért nem lehet drónnal berepülni a Puskás Ferenc Stadion fölé?” *HVG.hu* 2019. márc. 14. [Online] Elérhető: https://hvg.hu/tudomany/20190314_dronok_repuloterek_dronradar (Letöltve: 2019. 03. 15.)

- [55] R. Markovits-Somogyi, „A MyDroneSpace bemutatása,” Hungarocontrol: Drón Konferencia és Expo – UTM és drón közösségi meetup, Budapest, 2018. 11. 22. [Online] Elérhető: <https://mydronespace.hu/aktualitasok/Dr%C3%B3n%20Konferencia> és www.youtube.com/watch?v=oi2OCrodKKY&t=5369s (Letöltve: 2019. 03. 15.)
- [56] A. Bódi, T. Szabó és T. Wühl, „Drónok követése közhiteles módon,” *Repüléstudományi Közlemények*, 28. évf. 2. sz. pp. 111–118. 2017.
- [57] I. Makkay, „ADS-B és a drónok,” *Repüléstudományi Közlemények*, 26. évf. 2. sz. pp. 272–278. 2015.
- [58] D. Sathyamoorthy, “A Review of Security Threats of Unmanned Aerial Vehicles and Mitigation Steps,” Science & Technology Research Institute for Defence (STRIDE), Ministry of Defence, Malaysia, 2015. [Online] Elérhető: www.researchgate.net/publication/282443666_A_Review_of_Security_Threats_of_Unmanned_Aerial_Vehicles_and_Mitigation_Steps (Letöltve: 2019. 03. 20.)
- [59] Battelle, DroneDefender C-UAS Device [Online] Elérhető: www.battelle.org/government-offerings/national-security/payloads-platforms-controls/counter-UAS-technologies/dronedefender (Letöltve: 2019. 03. 22.)
- [60] Battelle, DroneDefender V2 Counter-UAS Device (videó) [Online] Elérhető: www.youtube.com/watch?v=gXNxoHMUdGw (Letöltve: 2019. 03. 22.)
- [61] D. P. Shepard and T. E. Humphreys, “Characterization of Receiver Response to Spoofing Attacks,” Proceedings of ION GNSS, Portland, 2011. [Online] Elérhető: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.869.1854&rep=rep1&type=pdf> (2019.03.22.)
- [62] I. Makkay, „Drónok harca,” *Repüléstudományi Közlemények*, 27. évf. 1. sz. pp. 61–72. 2015.
- [63] NATO AJP 3.3 B Allied Joint Doctrine for Air and Space Operations, Brüsszel, NSO, 2016.
- [64] NATO AJP 3.3.1 B Allied Joint Doctrine for Counter-Air, Brüsszel, NSA, 2010.

THE POSSIBILITIES OF SYSTEMATIC MANAGEMENT OF DRONE TRAFFIC AND DRONE THREATS

The aim of the publication is not simply to present the applicable forms of unmanned traffic management and counter UAS measures, but to provide a system to arrange and operate these options. In the paper, the expression drone refers to small remotely piloted aircraft systems which can be purchased from commercial stores or from online stores and which are applied for own (hobby), business and public service purposes. After the introduction, the first chapter shows the intensively increasing number of drones which underlines the actuality of the topic. The second chapter provides an overview of the beneficial areas and the threats posed by drones. The third and fourth parts discuss the administrative measures of drone traffic management and the possible active countermeasures against drone threats. In the penultimate chapter, the author suggests a sample system which might be applicable for managing drone traffic and drone threats, and the final chapter summarises the comprehensive system of drone traffic and threat management.

Keywords: drone, drone traffic, drone threats, system, traffic management, counter measure

Csengeri János MSc
egyetemi tanársegéd
Nemzeti Köszolgálati Egyetem
Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar
Katonai Vezetőképző Intézet
Összhaderőnemi Műveleti Tanszék
csengeri.janos@uni-nke.hu
<https://orcid.org/0000-0002-4540-9681>

János Csengeri MSc
Assistant Lecturer
National University of Public Service
Faculty of Military Science and Officer Training
Institute of Military Leadership Training
Department of Joint Operations
csengeri.janos@uni-nke.hu
<https://orcid.org/0000-0002-4540-9681>



Az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-18-3-III-NKE-19 kódszámú
Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült.

