

Terpecz Gábor, Schuster György

Személyzet nélküli eVTOL légi járművek biztonsági kihívásai

Az elkövetkező években az okosvárosok létrejöttével a légi mobilitás (UM) és azon belül a fejlett légi mobilitás (AAM) forradalmi változások előtt áll. A technológiák fejlődésével új légi járművek és azok új alkalmazási területei jelentek meg. Azonban ezek a fejlesztések olyan új biztonsági kihívásokat is hoztak magukkal, amelyek megoldása nélkül a biztonságos alkalmazásuk nem lehetséges. A továbbiakban a légi mobilitás jövőbeni biztonsági kihívásainak átfogó vizsgálatára és amennyiben lehetséges, a megoldások ismertetésére kerül sor annak érdekében, hogy az új technológiák és szolgáltatások bevezetése biztonságos és fenntartható módon történjen.

Kulcsszavak: eVTOL, dróntechnológia, városi légi közlekedés, biztonság, fejlett légi mobilitás, okosváros

1. Bevezető

Az elektromos meghajtású függőlegesen emelkedő és leszálló repülőgépek, vagyis az eVTOL¹-ok, ígéretes fejlesztésnek számítanak a légi közlekedésben, új lehetőségeket hozva magukkal, de gyors elterjedésük és a velük járó innováció mögött számos biztonsági kihívás is felmerül. Az eVTOL-ok biztonsága szempontjából kulcsfontosságú tényezők a széles körű elfogadás és a sikeres integráció. A fenti kihívásokhoz kapcsolódnak az elektromos meghajtás, a repülési rendszerek, az automata irányítás, valamint a személyzet nélküli légi járművek és a földi infrastruktúra közötti koordináció problémái.

A biztonságos és hatékony üzemeltetés érdekében fontos, hogy a tervezők és a jogalkotók szorosan működjenek együtt a kihívások megoldásában, hogy a személyszállító eVTOL-drónok valóban megfeleljenek a magas biztonsági követelményeknek és szabványoknak, így járulva hozzá a jövő légi közlekedési rendszereinek fenntartható fejlődéséhez.

2. Biztonsági kihívások

A következőkben azokat a biztonsággal kapcsolatos problémákat tekintjük át, amelyek csak részben megoldottak, vagy megoldásra várnak. Ezek olyan problémák, amelyeket mind

¹ Electric Vertical Take-Off and Landing Aircrafts – elektromos, függőlegesen fel- és leszálló légi jármű.

a Smart City,² mind az AAM³ koncepció biztonsága érdekében mindenképpen meg kell oldani. Ezek a következők.

2.1. A standardok hiánya

Annak ellenére, hogy a rendeletek célja az egységesítés, az egyes tagállamok eltérő módon alkalmazzák és érvényesítik a szabályokat hivatkozva arra az uniós alapelvre, hogy a rendeletek tagállami alkalmazása szigorúbb lehet, de megengedőbb nem. Ezért bizonyos tagállamok különböző okokból szigorúbb nemzeti előírásokat vezettek be, amelyek túllépik az EU⁴ szabványait, ez pedig következtetlenségeket eredményez, amely megnehezíti a határokon átnyúló UAS⁵-műveletek megfelelő végrehajtását. Ennek jó példája a hazánkban szakmaként megjelenő „Növényvédelmi drónpilóta” képzés, amely már elnevezésében is meglehetősen abszurd. 2022-ben a képzéshez belépési követelményként eleinte elég volt egy, az EU által egységesen elfogadott A2 kompetenciatanúsítvány [6, p. 51] megszerzése. Ez napjainkban már egy „pilóta nélküli légi jármű-irányítói igazolvány” [14], [16] megszerzéséhez kötött, amelynek a költsége irreálisan magas, nemzetközi elfogadottsága pedig kétséges. Az A2 kompetenciatanúsítványhoz elég az egyéni felkészülés, egy jelenléti elméleti vizsga és egy nyilatkozat a szükséges gyakorlati jártasság meglétéről. A pilóta nélküli légi jármű-irányítói igazolvány megszerzése viszont egy, a jogszabályban meghatározottak alapján akkreditált képzőintézmény által szervezett tanfolyam elvégzéséhez, sikeres jelenléti elméleti és gyakorlati vizsga teljesítéséhez kötött. Tehát ha valaki rengeteg pénzt és energiát fektet a pilóta nélküli légi jármű-irányítói igazolvány megszerzésébe, előfordulhat, hogy más országokban azt nem fogadják el. Ezek a tények sokakat eltántoríthatnak a jogkövető magatartástól. Ez komoly repülésbiztonsági kockázatot hordoz magában.

2.2. Légtérhasználati szabályok és előírások

Ahogy a napjainkban már elterjedt drónoknak, így az eVTOL személyzet nélküli légi járműveknek is meg kell felelniük a helyi és nemzetközi légi szabályozásoknak. Ez magában foglalja a légtérhasználati szabályokat, a repülési magasság korlátozásait, repülési zónák betartását és sok más biztonsági szabályozást. Az USA-ban az FAA PART 106, az EU-ban a 2019/945 és 947-es végrehajtási rendeletben a fentiek közül sok megtalálható ugyan, de az említett szabályozások rengeteg hiányt, anomáliát és biztonsági problémát tartalmaznak. Tekintsük át a teljesség igénye nélkül a legfontosabbakat. További problémákat vet fel a képzések minősége. Több esetben előfordult, hogy a képzést követően pár hónappal a képesítést szerzettek jelentős része a képzés kimeneti követelményében (már ha volt olyan) meghatározottak töredékével rendelkezett csak.

² Smart City – okosváros.

³ Advanced Air Mobility – fejlett légi mobilitás.

⁴ European Union.

⁵ Unmanned Aircraft System.

2.3. A szabályok bonyolultsága

A EU 2019/947 rendelet viszonylag részletes, de helyenként bonyolult szabályokat tartalmaz, amelyeket a drónok tulajdonosainak, üzemeltetőinek meg kellene érteniük és be kellene tartaniuk. Sajnos ez nem mindig sikerül. A rekreációs kezdő felhasználók számára ezek a szabályok sok esetben nehezen érthetők a többnyire jogi megfogalmazások miatt. Noha a rendeletek értelmezéséhez a későbbiekben rendelkezésre állnak AMC-⁶ és GM-⁷ dokumentumok, sajnos több esetben azok sem adnak eléggé részletes magyarázatokat. Ez pedig tagországonként eltérő alkalmazást jelent.

2.4. A szabályok betartásának ellenőrzése

A drónok tevékenységének hatékony felügyelete nehézségekbe ütközik a drónok számának és sokféleségének köszönhetően. A drónpiac gyors növekedése meghaladta a szabályozó testületek nyomon követési és megfelelőségi képességeit. Ez különösen problémás az alacsonyabb kockázatú „nyílt” kategóriás műveletek esetében, amelyek nem igényelnek szabványos légi közlekedési megfelelőségi eljárásokat [7], [8, p. 6]. Az EU 2019/945-ös rendelet előírja osztályazonosító feltüntetését a kereskedelmi forgalomba hozott drónok csomagolásán, ám sajnos megfelelő ellenőrzés hiányában ezeket az érintett felek gyakran elmulasztják (1. ábra, 2. ábra).



1. ábra

Egy világhírű német makettgyártó cég osztályazonosító nélkül forgalmazott drónja egy hazai német üzletláncban [20]

⁶ Acceptable Means of Compliance.

⁷ Guidance Material.



2. ábra

Egy hazai webshopban forgalmazott, osztályazonosító nélküli ázsiai drón [17]

2.5. Nem, vagy csak kevésbé alkalmazkodó szabályozás

Az egyik legnagyobb probléma az, hogy a rendeletek néha nem képesek lépést tartani az állandóan változó technológiákkal és az iparági gyakorlatokkal. Ez komoly problémát okozhat mert a jogszabályok gyorsan elavulhatnak, vagy nem megfelelőek a fejlettebb dróntechnológiákra alkalmazva. Az eVTOL-ok megjelenése önmagában nem okozott nagy problémát a repülőiparnak, mert itt még csak többnyire az elektromos meghajtás és annak sajátosságai okoztak változást. Ettől eltekintve minden, a légi közlekedésben már megszokott jogszabály és szabvány gond nélkül alkalmazható volt. Az eVTOL-ok személyzet nélküli, utasokat szállító változatai és azok szabályozása már komoly kihívás elé állította a teljes iparágot és a jogalkotókat, mivel mind technológiában, mind a műveletek terén komoly biztonsági kockázatokat hordoznak magukban. Ennek következtében néhány rendelkezés gyorsan elavulttá vált, vagy nem tudta követni az új technológiai fejlesztéseket.

2.6. Korlátozott rugalmasság

Az EU 2019/945 és 2019/947 rendeletei adott esetben nem nyújtanak elegendő rugalmasságot a különböző felhasználási esetekhez vagy iparági kihívásokhoz való alkalmazkodáshoz. Az innovatív drónalkalmazások és új technológiák megjelenése gyorsabb ütemben zajlik, mint ahogy azt a szabályozások képesek lennének követni. Ez jelentősen korlátozhatja a drónok innovatív felhasználását, vagy nehézségeket okozhat a specifikus üzleti igények kielégítésében. Ez a merevség gátolja az új technológiák bevezetését és az iparági fejlődés növekedését.

Jó példa erre a német Volocopter esete. A cég több, nagy sikerű külföldi bemutató repülés után elhatározta, hogy a Párizsi olimpián sportolókat, hírességeket utaztat a repülőterekről az olimpiai faluba a VoloCity nevű dróntaxival (3. ábra). Az EASA lassú ügykezelése következtében a VoloCity ez idáig nem kapta meg a szükséges tanúsításokat, így nem végezhet kereskedelmi műveleteket, ezért az olimpiára kitűzött célt az eredetileg tervezett időpontban nem tudta elérni.



3. ábra
A VoloCity bemutató repülése Párizs felett [24]

2.7. Az engedélyezési folyamatok hosszúsága és bonyolultsága

Az engedélyezési folyamatok sok esetben hosszúak és bonyolultak lehetnek, ami nehézségeket okozhat az új dróntechnológiák bevezetésében és alkalmazásában. Tipikus példa, hogy egy katasztrófavédelmi szervezet drónokat használna tüzesetek, földrengések, árvizek és egyéb természeti katasztrófák helyszíneinek felmérésére és a mentési műveletek koordinálására. Azonban a drónok működtetésére vonatkozó szigorú szabályok miatt az adott szervezet nehézségekbe ütközik a drónok gyors bevetésében és használatában, különösen sürgős helyzetekben, ahol minden perc számít. Ez a szabályozási merevség akadályozza a hatékony és gyors reagálást például katasztrófahelyzetekben.

2.8. A nemzetközi összhang hiánya

Bár az EASA vonatkozó rendeleteit az egész EU-ban kötelezően alkalmazzák, hiányzik az összhang más, nem EU-s országok drónszabályozásaival. Ez nehézségeket okozhat a határokon

átnyúló műveleteknél vagy a külföldi piacokon való részvételben. A CAA⁸ (Anglia) és az FAA⁹ (USA) szabályozása mutat némi összhangot az EU-s rendeletekkel, de alapjaiban véve sok különbséget is tartalmaz.

2.9. Tagállami eltérések

Az EU-tagállamok hatáskörébe tartozik a végrehajtási rendeletnek megfelelő implementáció, sok esetben ez mégsem egységes. Ez különösen a drónokkal kapcsolatos képzések és kompetenciavizsgák terén jelentős. Például az összes tagállamban az A1/A3 kategóriák képzései az adott állam szakhatósága által kijelölt szervezetnél valósulnak meg, online elvégezhetők (beleértve a vizsgát is) és általában teljesen ingyenesek. A hazai gyakorlat ezzel szemben teljesen más: online képzés és vizsga, 6990 Ft illeték [13].

A fentiek tekintetében nem meglepő, hogy a hazai dróntulajdonosok jelentős része például az osztrák Austrocontrolnál¹⁰ végzi a képzést és a vizsgát online, minden költség nélkül. Mivel az EU 2019/947 rendelet a fent említett kategória kompetenciaismereteit helyezi állami hatáskör alá, máris egy újabb problémával találkozunk. Ez pedig a könyvkiadóknál már rég ismert „predátorok” megjelenése. Ez a kifejezés jelen esetben olyan cégeket takar, amelyek drónos képzésekkel jelennek meg a kereskedelmi piacon úgy, hogy a „dróntörvény”¹¹ megjelenése előtt sem az oktatáshoz, sem a drónokhoz semmi közük nem volt. Egyetlen céljuk az anyagi haszonszerzés.

Ismert olyan eset, amikor egy drónokat is forgalmazó cég „oktatásának” jelentős részét nem a szakmai tudás átadása képezte, hanem az általuk forgalmazott drónok marketingje és a drónok megvételére való ösztönzés. Tehát a gyanútlan résztvevő marketingért fizetett jelentős összeget képzés címén.

2.10. Adatvédelem és a magánélet védelme

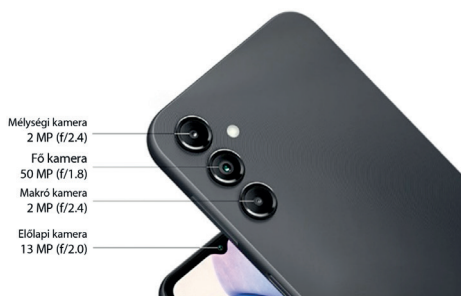
Köztudott, hogy a repülési műveletek során a drónok képesek lehetnek adatokat gyűjteni, amelyek érzékeny információkat is tartalmazhatnak. Ezért fontos a megfelelő adatvédelmi intézkedések meghozatala. Ez GDPR-szempontról nagyon fontos tényező. A drónműveletekkel kapcsolatos adatvédelmi intézkedések megtalálhatók az EU/2019/947-es rendeletben. Ezek a rendelkezések helyénvalók, de megalkotásukkor nem ártott volna mérlegelni a körülményeket. Ugyanis ezek az intézkedések kivétel nélkül kizárólag a gyártókra és az üzemeltetőkre vonatkoznak. Azonban felvetődik egy kérdés: Mi történik akkor, ha egy személyszállító eVTOL-on tartózkodó utas (vagy utasok) mobiltelefonjának kamerájával (4. ábra) rögzíti az egész repülést?

⁸ Civil Aviation Authority.

⁹ Federal Aviation Administration.

¹⁰ Ausztria repülésirányító szervezete.

¹¹ EU 2019/947.



4. ábra

Egy átlagos 2024-es mobiltelefon modell kamerái [2]

Az EU irányelv szerint egy 80 g tömegű mini drón (6. ábra) 5 megapixeles kamerájával GDPR¹²-kockázatot jelent, amelyet feltétlenül szabályozni kell, addig egy alsó kategóriás (10-20 megapixel) okostelefonnal rendelkező eVTOL-utas korlátlanul rögzítheti (5. ábra) a teljes repülési útvonalon, akár 300 m magasból, lefedve mindazt, amit egy kamerás, maximum 100 m hatótávolságú játék drón tulajdonosa regisztráltan és felelősségbiztosítással tehet meg.



5. ábra

Felvétel készítése utasszállító drónból [15]



6. ábra

Ryze/DJI Tello Edu mini drón [19]

¹² General Data Protection Regulation – általános adatvédelmi rendelet.

A GDPR-szabályok maximális betartása mellett egyre elképzelhetőbb egy másik biztonsági kockázat is. Ez pedig az illegális adatgyűjtés. Az USA-ban felmerült annak a gyanúja, hogy nagy kínai dróngyártók termékei a repülésük közben rögzített adataikat átadják a kínai kormánynak [5], [9]. Ez pedig a GDPR-on túlmutató nemzetbiztonsági problémát jelenthet.

2.11. Környezeti tényezők

A drónok repülése környezeti tényezőktől függően veszélyessé válhat. Például szeles időjárás, eső vagy hóesés, magas hőmérséklet stb. befolyásolhatja a drón repülési képességeit és stabilitását. A meteorológiai prognózisokkal jelentősen el lehet kerülni a meteorológiából adódó tényezőket, ha azok nem hirtelen kialakulásúak és gyors lefolyásúak. Vannak olyan tényezők, amelyek nem láthatók előre. Ilyenek például a nagy testű vagy rajokban repülő madarak. Az ezekkel való ütközés nagyban veszélyezteti az adott művelet biztonságát.

A drónok és az AAM-műveletek biztonsága sok aggodalomra ad okot, kiváltképp, ha autonóm üzemmódban működnek. Ilyenkor a műveleti területek a városok és más, lakott vagy beépített területek felé tolódnak el (7. ábra). A fentiekén túl, a légterek használóinak egy teljesen új, zavaró tényezővel kell szembenézniük, és számításba kell venniük a drónok üzemeltetéséből adódó biztonsági kockázatokat, mivel már nem támaszkodhatnak az olyan hagyományos módszerekre, mint a „látni és elkerülni” elv betartása.

A fejlett városi légi közlekedésben egyes víziók szerint a légi járművek alacsony magasságban, emberek és épületek közelében repülnek, ami azt jelenti, hogy az esetlegesen bekövetkező drónbalesetek jelentős hatással lehetnek a közösségekre. A közvéleménynek bíznia kell abban, hogy a személyzet nélküli, autonóm és más új műveletek biztonságosak. Ennek érdekében fel kell mérni, kommunikálni és mérsékelni kell a meglévő műveletekre és az új technológiával való interakcióra gyakorolt szélesebb körű hatását az érintett felek között. A fentiekén túl a társadalmi elfogadottság jelentős szempont lehet. Ezen a téren is akad még sok tennivaló. Például a Párizsi olimpia kapcsán, a párizsi önkormányzati képviselők egyhangúlag a dróntaxi-konceptió ellen szavaztak, 15 000 aláírást gyűjtöttek össze, és 2024. június 21-re tüntetést szerveztek [10].



7. ábra
A NASA jövőképe [21]

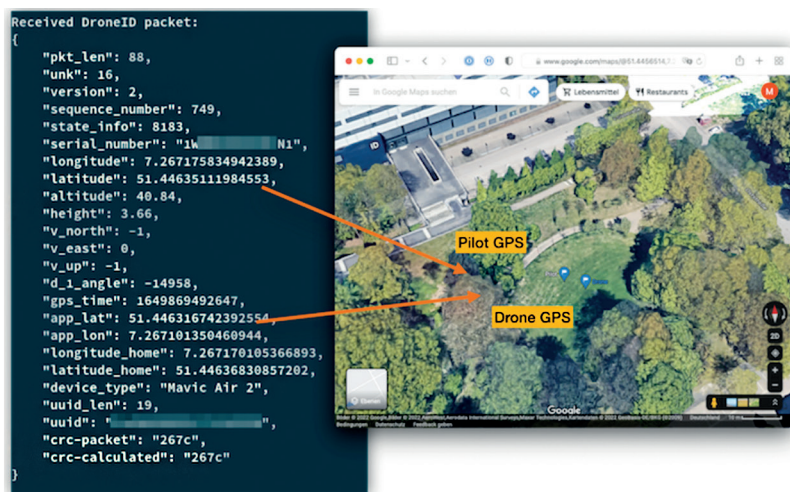
2.12. Kommunikációs protokollok

Mivel a drónok folyamatosan kommunikálnak a földi egységgel, fontos, hogy a kommunikációs protokollok biztonságosak legyenek. Kiemelten fontos annak biztosítása, hogy a drón és a földi egység között ne legyen lehetőség illetéktelen hozzáférésre vagy zavarásra. A drónokhoz kapcsolódó szoftverek és rendszerek különösen sérülékenyek lehetnek a kibertámadásokkal szemben. Ez a hazánkban nagymértékben elterjedt kínai drónokra sajnos különösen igaz.

Ha a drónokhoz használt szoftverek nem megfelelően védettek, vagy nem frissítik őket rendszeresen, akkor azokat fel lehet használni olyan törvénytelen tevékenységekre, mint az adatlopás, lehallgatás vagy más kiberbűncselekmények.

Például a DJI egyik szabadalmaztatott protokollja semmiféle titkosítással nem rendelkezik, ezért egy olcsó elektronikai eszközzel a drón helyzete és irányítójának pozíciója könnyedén visszafejthető (8. ábra) [12]. Ezt a protokollt használja a DJI egyik, a drónok felderítésére fejlesztett „csúcsterméke” is. A személyzet nélküli utasszállító eVTOL-ok a többi drónhoz hasonlóan számos számítógépes rendszert alkalmaznak, amelyek kiberbiztonsági fenyegetéseknek vannak kitéve.

A kiberbűnözők támadásai a repülésirányítási rendszerek, a navigációs rendszerek és az adatkommunikációs rendszerek meghibásodásához, vagy illetéktelen adatgyűjtéshez, súlyosabb esetben az útvonal vagy az úti cél nem kívánt módosításához vezethetnek. A gyártóknak és üzemeltetőknek ezért hatékony kiberbiztonsági intézkedéseket kell bevezetniük.



8. ábra
A DJI ID-adatainak visszafejtése [4]

2.13. Szabotázs és terrorcselekmények elleni védelem

Aggudalomra ad okot, hogy a drónokat az AAM- vagy más műveletek során terrorcselekményre vagy csempészetre használják fel. Ez különösen igaz a nagyobb méretű drónokra vagy személyszállító eVTOL-okra, mivel szolgálati magasságuk többnyire radar szint alatt

van, és szenzoraik révén nagyon kis földközeli magasságban képesek viszonylag gyorsan manőverezni, megnehezítve ezzel a vizuális és műszeres felderítésüket. Ezek a légi járművek fegyverek, robbanóanyagok szállítására vagy megfigyelésre is használhatók. Jó példa erre, hogy az ukrán hadsereg a jelenlegi katonai műveletekben is átalakított kínai mezőgazdasági drónokat használ fegyverek hordozására (9. ábra) vagy robbanószerek célba juttatására (10. ábra).



9. ábra

Fegyverek hordozására átalakított DJI AGRAS T30 mezőgazdasági drón [3]



10. ábra

Kis méretű bombák vagy aknagránátok hordozására átalakított mezőgazdasági drón [23]

Napjainkban már több személyszállító eVTOL a kereskedelemben is kapható. Ezek közül az egyik európai fejlesztés (11. ábra) már az USA-ban kezd elterjedni, mivel megkapta a szükséges engedélyeket FAA¹³ PART103¹⁴ alatt. A piaci trendeket elemezve nem kétséges, hogy a személyi (1-2 utas) eVTOL-ok száma a jövőben rohamosan szaporodni fog. Tömeges megjelenésük jelentős kihívás elé állítja integrálásukat a légi közlekedésbe.



11. ábra
Ultrakönnnyű eVTOL [22]

Az ultrakönnnyű eVTOL-okon túl rohamlépésekkel folyik a szintén eVTOL és a drón kategóriákba tartozó „repülő autók” (12. ábra) fejlesztése. Ezek közül már több típus hamarosan kereskedelmi forgalomban is elérhető.

Jelentős mérföldkőhöz ért a kínai Xpeng AeroHT, amelynek tervezett kereskedelmi megjelenése 2026-ban várható. Megjelenése egy autóra emlékeztet, de valójában nincsenek kerekei.



12. ábra
Xpeng X2 repülő autó [11]

¹³ Federal Aviation Administration – Szövetségi Légügyi Hivatal.

¹⁴ Ultrakönnnyű besorolás.

Ezzel ellentétben léteznek a mindennapokban megszokott autók repülni is tudó változatai [18], amelyek a közúti közlekedés mellett képesek a légtereket is igénybe venni. Ezek a járművek jelenleg még nem tekinthetők drónnak, de a levegőben közlekedve komoly problémákat okozhatnak a légterek felhasználóinak.

A személyszállító drónok a SmartCity AAM-konceptiójának jelentős részét képezik. A nem magáncélú felhasználáson túl kiemelt fontossággal kell kezelni a személyzet nélküli eVTOL-okra felszálló utasok ellenőrzését. Ez a repülőtereken lévő vertiportok (13. ábra) esetén egyszerűen megoldható, mivel az érkező utas a repülőgépből kiszállva „átsétál” a szintén a repülőtér területén található vertiporthoz, ahol már nem szükséges újabb biztonsági ellenőrzés, mivel már ellenőrzött területen tartózkodik.



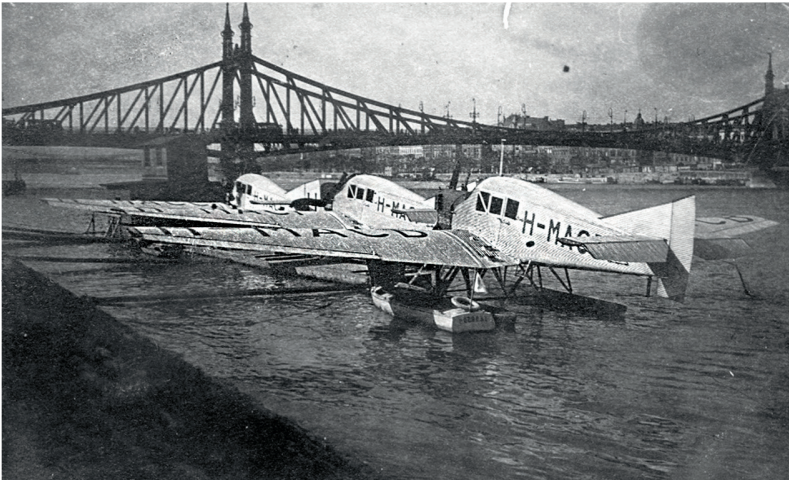
13. ábra
Vertiport a repülőtérén [1]

2.14. Biztonsági zónák kialakítása és az emberek védelme

Az EU 2019/947 rendelete a kockázatalapú teherviselésen alapszik ugyan, de a törvényhozók ezen a téren is jelentős lemaradásban vannak a technológiához képest. A személyszállító drónok útvonalát (amennyiben kereskedelmi szolgáltatást nyújtanak) jelenleg a „távol az emberektől és épületektől” elv alapján jelölik, dedikált útvonalon haladva, ami több-kevesebb sikerrel most még megoldható. De a SmartCity AAM koncepció lényege, az agglomeráció városközpontokkal való összekötése, amely már most is rendkívül nagy kockázatot jelent.

Jelenleg több személyszállító drón szolgáltatásokat nyújtó cég üzleti modellje arra épül, hogy a nagy nemzetközi repülőterekről gyorsan juttatja el az utasokat a városközpontokba. Ez jó és kifizetődő ötletnek tűnik, de van egy probléma: valamikor a városok peremére épített repülőtereket „benőtték” a városok. Ilyen körülmények között nehéz olyan útvonalat találni, amely ne jelentene kockázatot a földön lévőkre. A fenti probléma megoldására volt már példa a múltban is. Budapesten a múlt század első felében, a Szent Gellért tér közelében hidroplán kikötő üzemelt, (14. ábra) ahonnan az induló és érkező járatok többnyire a Duna felett közlekedtek. Hasonló megoldásként a drón légitaxi is követhetné az akkori koncepciót, már csak

azért is, mert ezeknek a drónoknak a fel- és leszállásához, vertikális manőverezhetőségüknek köszönhetően, nincs szükség a hagyományos légi járműveknél használatos futópályára, nagy mértékű eliminációra, zajgátló övezetek kialakítására stb. Az emberiség kezdete óta a városok, ahol csak lehet, folyók közelében épültek, majd a városközpontok is a folyók szomszédságában alakultak ki. Budapesthez hasonlóan, Londonban a Temze, Párizsban a Szajna, Berlinben a Spee és a többi hasonló nagyváros folyóinak légtere alkalmas lehet utas- vagy teherszállító drónműveletek végrehajtására. A következő probléma a folyók légterébe való kijutás. Ezt leginkább autópályák nyomvonalán lehetne megoldani.



14. ábra
Hidroplánkikötő Budapesten [25]

Ezt a koncepciót lehetne alkalmazni az utasszállító drónok esetén is. Például dróntaxik portjai Budapest központi részein, a Duna két partján helyezkednének el. A Ferihegyről felszálló utasszállító drónok az M0 vonalát követve érhetnék el a Dunát, amely felett eljuthatnának a belvárosba. Ezen az útvonalon a művelet végrehajtása során nem, vagy alig lenne érintve lakott terület. A kérdés, hogy az ilyen megoldásoknál az adott légi jármű üzemanyag tekintetében elegendő vészhelyzeti tartalékkal rendelkezik-e? Ugyanis a jelenleg szóba jöhető típusok repülési ideje átlagosan 30 perc. Tehát kis kockázatú útvonalon az indulási és érkezési pontok közötti távolságnak 20 perc repülési időbe bele kell férnie.

Nézzünk néhány, a kereskedelmi műveletek engedélyezéséhez közel álló típust a repülési hatótávolságuk tükrében (1. táblázat).

1. táblázat
A már sorozatgyártás előtt álló személyszállító dróntípusok [a szerző]

Típus	Maximális repülési távolság
VoloCity	35 km
Ehang 216S	35 km
XPeng AeroHT Voyager 2	35 km

3. Összegzés

A személyzet nélküli eVTOL légi járművek biztonsági kihívásai összetettek és sokrétűek, amelyek magukban foglalják a légi közlekedés biztonságát, az adatvédelmet, a kiberbiztonságot, valamint a szabályozási és jogi kérdéseket. A megfelelő szabályozási keretek, technológiai fejlesztések és operatív eljárások kialakítása alapvető fontosságú a drónok biztonságos és hatékony alkalmazásához.

Felhasznált irodalom

- [1] Vertiport a repülőtérén: www.naco.nl/-/jssmedia/images/websites/naco/news-and-insights/news/naco-explores-opportunities-with-uap-for-vertiports-globally-new-h.jpg?mw=1680
- [2] Egy átlagos 2024-es mobiltelefon modell kamerái: www.ajudandroid.com.br/wp-content/uploads/2023/01/galaxy-a14-5g-3.jpg
- [3] Fegyverek hordozására átalakított DJI AGRAS T30 mezőgazdasági drón: https://armyrecognition.com/images/stories/conflict/russia_invasion_ukraine/Ukraine_farm_drone_925_002.jpg
- [4] A DJI ID-adatainak visszafejtése: <https://candid.technology/wp-content/uploads/2023/03/droneid-dji.jpg>
- [5] Elise Stefanik, *Gallagher Introduce Legislation to Counter Chinese Drones*. 2023. április 26. Online: <https://stefanik.house.gov/2023/4/stefanik-gallagher-introduce-legislation-to-counter-chinese-drones>
- [6] Európai Bizottság, A Bizottság (EU) 2019/947 végrehajtási rendelete (2019. május 24.) a pilóta nélküli légi járművekkel végzett műveletekre vonatkozó szabályokról és eljárásokról.
- [7] European Commission, Commission Delegated Regulation (EU) 2019/945 of 12 March 2019 on unmanned aircraft systems and on third-country operators of unmanned aircraft systems.
- [8] European Commission, Commission Implementing Regulation (EU) 2019/947 on the rules and procedures for the operation of unmanned aircraft.
- [9] G. Reim, „Pentagon Approves Five US Drone Makers Ahead of Likely Ban on China's DJI,” *Flightglobal.com*, 2020. augusztus 21. Online: www.flightglobal.com/military-uavs/pentagon-approves-five-us-drone-makers-ahead-of-likely-ban-on-chinas-dji/139864.article
- [10] France 24, „»Flying taxis« To Be Tested during Paris Olympics: Minister,” *France 24*, 2024. június 12. Online: www.france24.com/en/live-news/20240612-flying-taxis-to-be-tested-during-paris-olympics-minister
- [11] Xpeng X2 repülő autó: <https://s-cdn.xpeng.com/xp-ams/2022-10-11/xp/12/0183c6e-fe041828c1f732c9e2975059a.jpg>
- [12] J. Basaez Serey, *HL-DRIP: A Blockchain-based Remote Drone ID Protocol Registry Management: Evaluation of a Hyperledger Fabric-based Solution to Manage DRIP Registries*. Linköping University, 2023.
- [13] KAV Vizsgaközpont, *KAVDíj táblázat*. [é. n.]. Online: <https://vizsgakozpont.hu/dijtablazat/dron-dijtablazat>

- [14] Közlekedési Hatóság, *Pilóta nélküli légijármű-irányítói igazolvány*. 2024. január 23. Online: <https://kozlekedesihatosag.kormany.hu/hu/dokumentumtar>
- [15] Fevétel készítése utasszállító drónból: www.linkedin.com/posts/ehang-inc-_eh216-uae-aam-activity-7193609463512141824-XAYk
- [16] 6/2021. (II. 5.) ITM rendelet a távoli pilóták képzését és vizsgáztatását végző szervezetek kijelöléséről, a távoli pilóták képzésének és vizsgáztatásának részletes szabályairól, valamint a vizsgán való részvétel díjáról
- [17] Egy hazai webshopban forgalmazott, osztályazonosító nélküli ázsiai drón: <https://hu.mormark.eu/app/uploads/2023/06/Mini-Drone-HD-Camera-Gallery-Img1-min.jpg>
- [18] Mester Gy., „Smart Mobility Solutions in Smart Cities,” *Interdisciplinary Description of Complex Systems*, 20. évf. 1. sz. pp. 37–43. 2022. Online: <https://doi.org/10.7906/indecs.20.1.5>
- [19] Ryzel DJI Tello Edu mini drón: <https://cdn.computerhoy.com/sites/navi.axelspringer.es/public/media/image/2024/02/ryze-tello-3277407.jpg?tf=1080x>
- [20] Egy világhírű német makettgyártó cég osztályazonosító nélkül forgalmazott drónja egy hazai német üzletláncban: <https://static.mueller.de/pdmain/4009803223810.webp>
- [21] A NASA jövőképe: www.aviationtoday.com/wp-content/uploads/2021/03/aam-design3c-sm.jpg
- [22] Ultrakönnyű eVTOL: https://jetson.com/_next/image?url=https%3A%2F%2Fimages.ctfassets.net%2Fcz59mqa3dcy%2F3FkexlkwTg6MqEMRbhleu%2Fc047c81f95ce7b-cedb84907483ee345e%2Fjetson_LaFilanda-00009_3__hero_.jpg&w=3840&q=75
- [23] Kis méretű bombák vagy aknagránátok hordozására átalakított mezőgazdasági drón: <https://static.kyivpost.com/storage/2024/04/16/783e020dbeeadeb1408022dc1697aa5e.jpg?w=900&q=90&f=webp>
- [24] A VoloCity bemutató repülése Párizs felett: <https://cdn.businesstraveller.com/wp-content/uploads/fly-images/1369820/VoloCity-flies-over-Paris-copy-916x515.jpg>
- [25] Hidroplánkikötő Budapesten: https://fortepan.download/file/fortepan-eu/1600/fortepan_24829.jpg. Fotó adományozója: Weygand Tibor

Safety Challenges for Unmanned eVTOL Aircraft

In the coming years, with the emergence of smart cities, air mobility, including advanced air mobility, will be subject to revolutionary changes. With the development of technologies, new aircraft and their new applications have appeared. However, these developments have also brought new security challenges that cannot be addressed safely without them. The future safety challenges of air mobility will be comprehensively examined and, where possible, solutions are presented to ensure that new technologies and services are deployed in a safe and sustainable manner.

Keywords: eVTOL, drone technology, urban aviation, security, advanced air mobility, smart city

Terpecz Gábor, MSc tanársegéd Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar Elektronikai és Kommunikációs Rendszerek Intézet Műszertechnikai és Automatizálási Tanszék terpecz.gabor@uni-obuda.hu orcid.org/0000-0001-7899-2837	Gábor Terpecz, MSc Assistant Lecturer Óbuda University Kandó Kálmán Faculty of Electrical Engineering Institute of Electronic and Communication Systems Department of Instrumentation and Automation terpecz.gabor@uni-obuda.hu orcid.org/0000-0001-7899-2837
Dr. Schuster György tanszékvezető, egyetemi docens Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar Elektronikai és Kommunikációs Rendszerek Intézet Műszertechnikai és Automatizálási Tanszék schuster.gyorgy@uni-obuda.hu orcid.org/0000-0002-8573-3670	György Schuster, PhD Head of Department, Associate Professor Óbuda University Kandó Kálmán Faculty of Electrical Engineering Institute of Electronic and Communication Systems Department of Instrumentation and Automation schuster.gyorgy@uni-obuda.hu orcid.org/0000-0002-8573-3670