

Szalkai István¹ – Ercsey Tamás Zsolt² – Szép Károly³

A pilóta nélküli légi járművek jövőbeli alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata

A szerzők kutatásukban a pilóta nélküli légi járművek közszolgálati, illetve közszolgáltatási területen történő alkalmazhatóságát vizsgálják. Kitértek az eddigi alkalmazási területek vizsgálata mellett a jövőbeni alkalmazási területek trendeken nyugvó lehetőségeire is. Fő kérdésként arra keresték a választ, hogy melyek azok a kritikus infrastruktúrák vagy egyéb kiemelt célterületek, amelyek a pilóta nélküli légi járművekkel (UAV) üzemszerűen felügyelhetők, a mindennapi üzemeltetést támogatni tudják. A vizsgálat eredményeként célterületként azonosították a fotovoltaikus naperőműveket, az energiatermelésben részt vevő létesítményeket, illetve a hulladékgazdálkodási területet is. Előbbiek kiváló teszterületei lehetnek a pilóta nélküli légi járművek üzemeltetésben és távfelügyeletben betöltött funkcióinak.

Kulcsszavak: pilóta nélküli légi jármű, energiatermelés, naperőmű, hulladékgazdálkodás

Investigation of Future Applications of Unmanned Aerial Vehicles

In this paper the authors examine the applicability of unmanned aerial vehicles in the field of public service. In addition to the examination of the application areas so far, the possibilities of the future application areas based on trends are also discussed. The main research question was to find out which critical infrastructures, or other priority areas can be operationally monitored by unmanned aerial vehicles (UAVs) to support day-to-day operations. As a result of the study, photovoltaic solar power plants, facilities involved in energy production and the waste management area were also identified as target areas. The former can be excellent test areas for the operational and remote monitoring functions of unmanned aerial vehicles.

Keywords: unmanned aerial vehicle, energy production, solar power plant, waste management

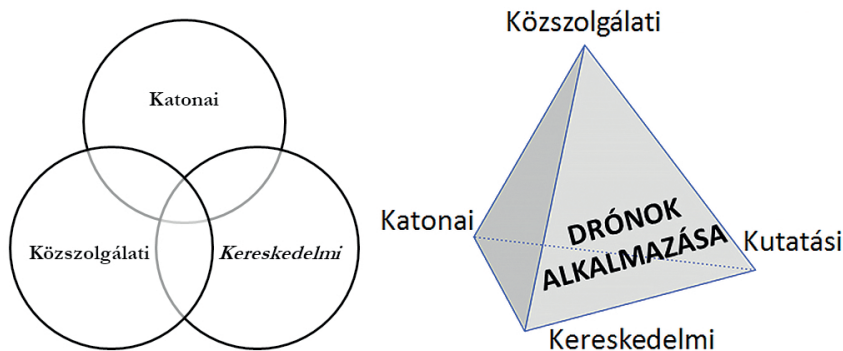
¹ Doktoranduszhallgató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola, e-mail: istvan.szalkai.dr@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4667-9525>

² Ügyvezető, Site B Labs Kft., e-mail: tamas.ercsey@siteblabs.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8865-0849>

³ Doktoranduszhallgató, Pannon Egyetem Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori Iskola, e-mail: karoly.szep@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0213-9458>

1. Bevezetés

A pilóta nélküli légi járművek vagy légi jármű-rendszerek (*Unmanned Aerial Vehicle*, vagy *Unmanned Aerial Systems*, UAV) alkalmazási területe egyre dinamikusabban fejlődik, amelyek esetében megkülönböztethetünk katonai és nem katonai célú alkalmazást.⁴ A nem katonai célú felhasználásokat alapvetően két csoportra oszthatjuk: egyrészt az állami szervek, szervezetek közszolgálati célú, valamint a versenypiaci vállalatok kereskedelmi célú felhasználásaira. Az alkalmazások kezdőbetűiből Restás megalkotta az alkalmazások úgynevezett 3K modelljét,⁵ amelyet a kutatási, illetve a képzési célú alkalmazásokkal kiegészítve a 4K vagy 5K modellt kapjuk.⁶ A legegyszerűbb felosztás alapján tehát három fő kategóriát alkothatunk: katonait, közszolgálatit és kereskedelmit.



1. ábra

Az UAV felhasználás 3K modellje Venn-diagram megjelenítéssel (bal) és a 4K modell (jobb). Forrás: Restás (2017) i. m., illetve a szerzők szerkesztése

A három beazonosított fő terület között természetesen lehetnek átmenetek, közös területek is. Ilyen eset például, amikor kritikus infrastruktúra, például közcélú villamosenergia-hálózatra termelő naperőművek, energiatermelő létesítmények vizsgálatáról, üzembiztonságáról vagy tűzbiztonságáról van szó. Ezeket az energiatermelőket civil vállalatok tervezik és kivitelezik az aktuális szabványok és előírások szerint, majd adják át üzemeltetésre és karbantartásra a megfelelő társaságoknak. Ebben a cikkben a szerzők a példa alapján is látható közös területek innovációs lehetőségeire, a már meglévő technológiákban rejlő innovációs potenciálra fókuszálnak, elvégezve elsőként a téma újdonságkutatását, majd a nemzetközi tanulmányokban fellelhető logikai és ok-okozati kapcsolatok feltárását.

⁴ Palik Máttyás (szerk): *Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2013.

⁵ Restás Ágoston: Az UAV közszolgálati alkalmazásai. In Palik Máttyás (szerk.): *Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2013. 241–280.

⁶ Restás Ágoston: A drónok közszolgálati alkalmazásának lehetőségei. *Új Magyar Közigazgatás*, 10. (2017), 3. 48–62.

2. A kutatás célkitűzése és módszertana

2.1. A kutatás célkitűzése

A vizsgálattal az volt a célunk, hogy igazoljuk az általunk kutatott téma aktualitását és újdonságtartalmát, tehát azt, hogy a terület részben feltáratlan, illetve új kutatható témáról és lehetőségről van szó. További célkitűzésként fogalmazódott meg, hogy a közeli jövőben a kritikus infrastruktúrák üzemeltetési és karbantartási ellenőrzését végző eszközökkel kapcsolatos legaktuálisabb kutatások és tématerületek feltárását elvégezzük, beazonosítsuk azokat a szakmai műhelyeket, szakembereket, akik ezzel a témával foglalkoztak vagy foglalkoznak.

2.2. A kutatás módszertana

A nemzetközi alkalmazási trendek vizsgálata során az UAV-k különböző üzemek karbantartásánál történő segítségnyújtási lehetőségeire fókuszáltunk. A vizsgálat alapját a Google Scholar⁷ adatbázis forrásai biztosították. Kutatási módszerként a tudományos publikációkban szereplő hálózati kapcsolatok vizsgálata mellett a Harzing's Publish or Perish,⁸ illetve a VOSviewer⁹ programok segítségével történő sűrűségvizsgálatokat választottuk. A fentiek az általános kutatási módszerek közé tartoznak, így alkalmasnak találtuk őket a vizsgálataink elvégzéséhez.

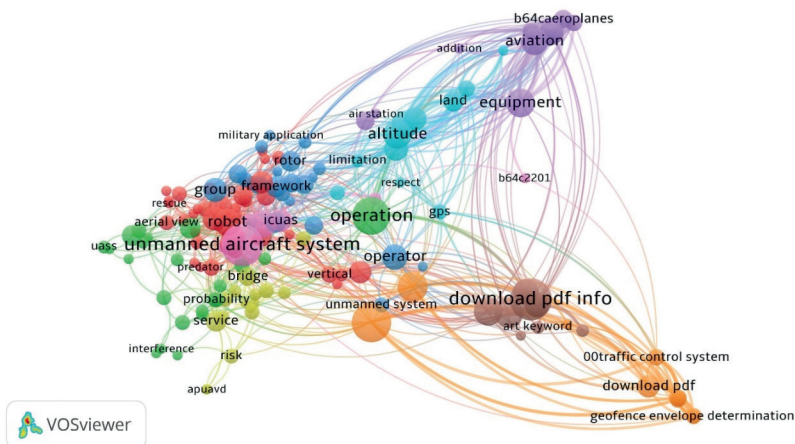
2.3. A kutatási adatbázis vizsgálata és eredményei

A Google Scholar segítségével mintegy 400 tanulmány és 19 672 idézet vizsgálatát és elemzését végeztük el. Első alkalommal az összes tanulmány és idézet vizsgálatát lefuttattuk a Harzing's Publish or Perish programmal, azonban a releváns témába illeszkedő találatokat – a vizsgált technológia megjelenését és fejlődését is figyelembe véve – 2010 és 2020 közötti időszakra azonosítottuk, így egy már tisztítottabb vizsgálati adathalmazból indultunk ki, megállapításainkat ezekből vezettük le. A vizsgálat nemzetközi relevanciája érdekében a kifejezések angol nyelvű változataival dolgoztunk. A Google Scholar adatbázisban lévő tanulmányok szókapcsolati vizsgálatából (2. ábra) a tanulmányokban leginkább az *aerial vehicle* (légi jármű), *operation* (irányítás), *aviation* (repülés), *altitude* (magasság), valamint az *unmanned system* (pilóta nélküli rendszer) szavak csomópontokként jelentek meg. A többi kifejezés ezekhez a csomópontokhoz kapcsolódik. Fontosabb kisebb csomópontokként megjelenő kifejezések: *equipment* (felszerelés), *robot* (robot), *operator* (irányító), *service* (szolgáltatás), valamint megjelenik a *risk* (kockázat) és *framework* (szerkezet) is csomópontként.

⁷ Google Scholar.

⁸ Anne-Wil Harzing: *Publish or Perish*. Harzing, 2016.

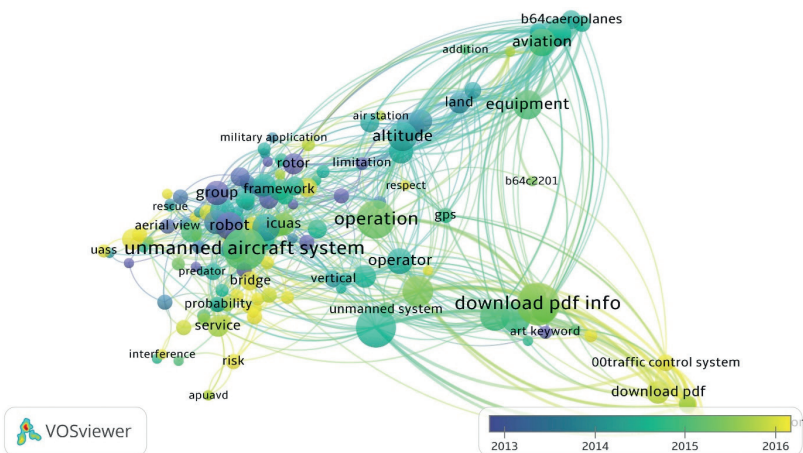
⁹ VOSviewer Visualizing scientific landscapes.



2. ábra.

Szókapcsolati hálózatelemzés *unmanned aerial vehicles using for maintenance* kulcsszavakra a Google Scholar adatbázisban található 2010–2020 közötti tanulmányokban (2020. 07. 03.). Forrás: a szerzők kutatása alapján

A kapcsolatok időbeliségét vizsgálva a kezdeti főbb csomópontok is kirajzolódnak, amelyek a vizsgált időszakban a főbb kapcsolódásokat jelentik. Ezek a *robot* (robot), *group* (csoport), *rotor* (rotor), *aerial robot* (légi robot), amelyet a *b64 aircraft* (b64 repülőgép), *rotor* (rotor), *group* (csoport), *altitude* (magasság), *operator* (irányító), *download pdf info* (letölthető pdf információ) és *traffic control* (forgalomirányítás) csomópontok követnek.

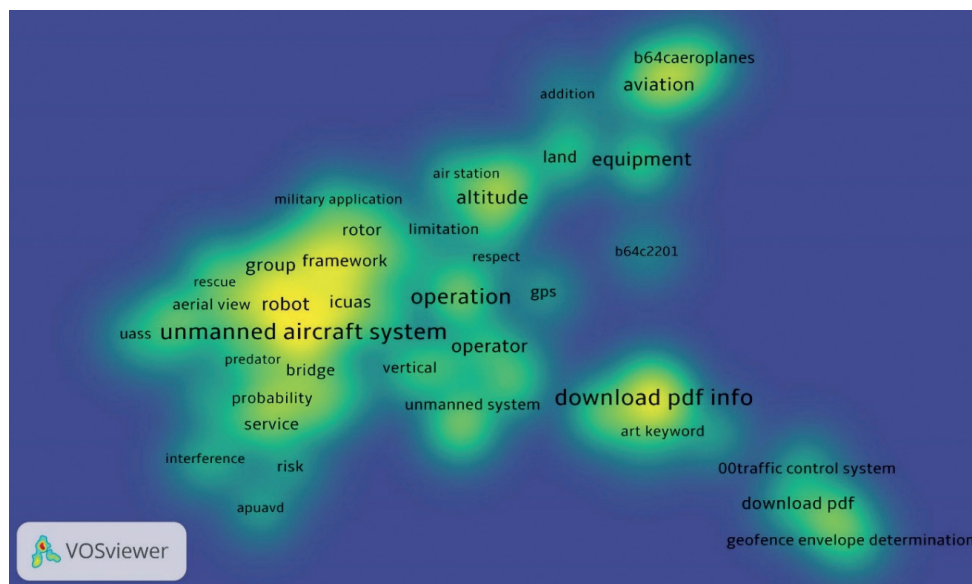


3. ábra.

Szókapcsolati hálózatelemzés az időbeli átfedtség vonatkozásában az *unmanned aerial vehicles using for maintenance* kulcsszavakra a Google Scholar adatbázisban található 2010–2020 közötti tanulmányokban (2020. 07. 03.). Forrás: a szerzők kutatása alapján

Az időrendben a vizsgált időszak végén megjelenő legfontosabb kulcsszavak *single aircraft* (repülőgép), *geofence envelope determination* (földrajzi helymeghatározás), *service* (szolgáltatás), *unmanned system* (pilóta nélküli rendszer) és *civil infrastructure* (polgári létesítmény). Ez utóbbiak igazolják azt a feltételezésünket, hogy az utóbbi időben felértékelődött mind a polgári létesítményeknél, mind pedig a légi fényképezésben a pilóta nélküli légi járművek szerepe. A trendeket, a technológiai és az ipari fejlődés dinamikáját is figyelembe véve hamarosan újabb markáns csomópontok megjelenése várható, amelyek az általunk előrevetített irányokba is eljuthatnak.

A VOSviewer alkalmazással lefutott szókapcsolatokon alapuló sűrűségvizsgálatból kitévőnk (4. ábra), hogy a folyamat elején ezeket a berendezéseket úgynevezett *egyedi légi járműveknek* nevezték, illetve kiemelt szerepet kapott ugyanekkor a *földrajzi helymeghatározás*, azaz a mobil mozgó eszközzel történő helymeghatározás, illetve a *közlekedési rendszerek* is. Csomópontokként jelennek meg a *repülés*, a *b64 repülőgép* és természetesen a *pilóta nélküli rendszer* kifejezések. Fontos megemlíteni a *katonai alkalmazás*, a *leírás* és a *légi anyag* kifejezéseket, amelyek mellett az *operátor* (irányító) kifejezés is megjelenik. A kapcsolati hálón egy nagy halmaz, 4–5 közepes és további 6–7 kisebb önálló sziget jelenik meg. Azonban, egyik helyen sem jelenik meg a sűrűségvizsgálatban a *maintenance* kifejezés, amely az üzemeltetéssel kapcsolatos felhasználásnak az alacsonyabb szintű feltárását mutatja, igazolva feltevésünket, hogy a téma aktualitásának és újszerűségének van relevanciája.



4. ábra

Szókapcsolati sűrűségvizsgálat az *unmanned aerial vehicles using for maintenance* kulcsszavakra a Google Scholar adatbázisban található 2010–2020 közötti tanulmányokban (2020. 07. 03). Forrás: a szerzők kutatása alapján

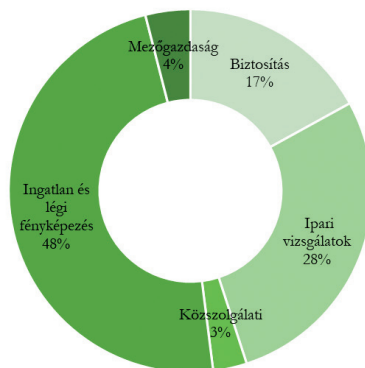
Az előbbi megállapításunkat az is alátámasztja, hogy a WIPO¹⁰ adatbázisa az „*unmanned aerial vehicle for using for maintenance*” kifejezésre nem adott találatot. A vizsgálatot tovább folytattuk az „*uav maintenance*” kifejezésre, amelyre kettő, az Egyesült Államokban bejegyzett szabadalmat találtunk. Az első a 20050045768-ös publikációs számú szabadalom, amely egy üzemanyagotöltő berendezés hatékonyabb működtetésére irányul (2005). A második szabadalom egy kiterjesztett valóságon alapuló platform és eljárás, amelyet a hajózásban és a szabadalom alapján más hologramtechnológiával ötvözhető megjelenítési eljárásban is alkalmazni lehet. Az SZTNH¹¹ adatbázisában elvégzett keresés alapján egy kapcsolódó eredményt találtunk, amelyet 7322-es lajstromszámon 2018. november 20-án az úgynevezett önkéntes mű nyilvántartásba vettek fel, Gossmann Gábor András neve alatt Drón (madár) távlati nézet digitális térképekhez és baleseti feltáráshoz.

A fentiek alapján megállapítjuk, hogy az elvégzett újdonság és trendkutatás alapján, a kutatás lezárásának időpontjában a pilóta nélküli légi járművek üzemeltetési alkalmazása területén bejegyzett szabadalom a WIPO és az SZTNH adatbázisában nem lelhető fel.

3. Az innováció ösztönzői

3.1. Az alkalmazás iránti igények

A fentiekkel azt is igazoltuk, hogy az utóbbi évtizedben nagyon dinamikus fejlődésen mentek keresztül az UAV-k – a hétköznapi életben gyakran drónoknak nevezve őket – többnyire a polgári szektorban megjelenő igények miatt, amit a jövőre kivetítve az 5. ábra szemléltet. A fejlődési folyamatot indukáló alkalmazási célok közül kiemelhető az ipari és környezeti monitoring-rendszerek felügyelete, a kibocsátásvizsgálatok, valamint a kritikusinfrastruktúra-rendszerek távfelügyelete, például a kikötők és az iparterületek biztonságvédelme.



5. ábra

Kereskedelmi drónok használatának megoszlása az Egyesült Államokban 2018. Forrás: www2.deloitte.com/us/en/pages/financial-services/articles/infocus-drone-use-by-insurance-industry-flying-higher-farther.html alapján a szerzők szerkesztése

¹⁰ World Intellectual Property Organisation.

¹¹ Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala.

Az UAV-k térhódításának az információgyűjtés hatékonysága volt az elsődleges hajtóereje, ezáltal a technológiai fejlesztések is ezt az irányt követték. A légi fotók és videók készítése a teljes kereskedelmi felhasználás közel felét teszik ki, és jellemzően ingatlanokat, mezőgazdasági, ipari vagy a környezetvédelem szempontjából kiemelten kezelt területeket dokumentálnak. Ebből a magas technológiai szintű kiforrottságból is következett a gyors alkalmazásuk a Covid-19-pandémia során, amelynek egy nemzetközi és egy hazai példáját mutatja a 6. ábra.



6. ábra

UAV-k közszolgálati alkalmazása: olasz (Torinó, 2020. április) rendőrségi alkalmazás a Covid-19-korlátozások lakossági ellenőrzésére (bal), illetve fertőtlenítés a Fővárosi Közterület-fenntartó Zártkörűen Működő Nonprofit Részvénytársaság telephelyén (jobb). Forrás: Birgit Schippers: Coronavirus: drones used to enforce lockdown pose a real threat to our civil liberties. The Conversation, 2020, illetve a szerző felvétele

Az ipari alkalmazásban is az elemzéseket és előrejelzéseket megalapozó adatgyűjtésnek van a legnagyobb jelentősége. Kiemelt jelentőségű lehet például az olaj- és gázipar a magas szintű biztonsági előírásai miatt. Ebben az esetben a veszélyes üzem humán kockázatainak csökkentése és a leállási idők rövidítése az elsődleges szempont. Az UAV a költséges és időigényes állványozási technika, valamint a veszélyes anyagok eltávolításának a kivárása nélkül is képes lehet elvégezni szenzoraival a kötelező vizsgálatok során az adatgyűjtési feladatokat. A gyűjtött adatok mennyisége és minősége is meghatározza, hogy mekkora értéket képvisel az UAV egy-egy ipari alkalmazásban. Ebből az okból, az eszközre illeszthető szenzorok, és kommunikációs rendszerek is jelentősen felértékelődnek, az energiatárolók és a fedélzeti elektronika fejlődésével pedig nagyobb repülési idővel és jelentős autonóm funkciókkal rendelkeznek.

A katonai felhasználású fejlesztésektől a kereskedelmi célú fejlesztések abban térnek el, hogy az utóbbiak az általános célú, bizonyos kulcsparaméterű eszközök létrehozása helyett egy-egy szűk felhasználási módra koncentrálnak, és azokat a kulcsfunkciókat valósítják meg, amelyek már rövid távon is piacképes termékhez vezetnek. Várhatóan a jövőben jelentősen nő a kereskedelmi felhasználásból érkező közszolgálati igényekre alapozott implementációk száma, amely nem új technológiát alkalmaz egy-egy közszolgálati szolgáltatásra, hanem hasonló kereskedelmi feladat megoldását, funkcióját alkalmazza közcélra. Ebből kifolyólag ahhoz, hogy megértsük, milyen innovációs tartalék van a közszolgálati területen, vizsgálnunk kell az 1. ábrán látható Venn-diagram alapján a kereskedelmi és a kereskedelmi-közszolgálati felhasználási módokat.

A szerzők megítélése alapján a kereskedelmi felhasználás bővülésének két fő iránya van. Egyrészt, az ipari adatgyűjtés innovációja zajlik azon problémák megoldásával, ahol az adatgyűjtés eddig nehéz vagy lehetetlen feladat volt adott műszaki-gazdasági korlátok mellett.

Ilyenek, például az olaj- és gázipari mérések digitalizációja, vagy a különböző „okos város” koncepciókon belüli alkalmazási területek. A big data elemzésekből kinyerhető tendenciákra építő előrejelzések szinte korlátlan lehetőséget biztosítanak a rendszeres és idősoros adatfelvételekből, sőt bizonyos esetekben a mesterséges intelligencia (AI) alkalmazása is felmerül. Így, a korábbiakhoz képest az olcsóbb, megbízhatóbb és hatékonyabb rendszeres adatgyűjtés mint folyamat rendkívül felértékelődött.

Más esetekben, a repülésügyi szempontok szerinti feltételek azok, amelyek sokkal kedvezőbbek a meglévő megoldásokhoz képest. Ilyen szempont például a károsanyag-kibocsátás csökkentése vagy az emberi hibák kiszűrése. Szállítási és légi inspekciós feladatokban számos jövőbeli előnyt jelenthetnek az UAV-megoldások implementálásai. Az energetikában és a mezőgazdaságban már korábban is jelentős szerepet kaptak a légi járművek. Ha az adott szektor már előzetesen alkalmazkodott a követelményekhez, akkor az UAV-k viszonylag könnyen munkába állhattak. Ebből arra következtetünk, hogy a közszolgálatban, a légi járműveket már alkalmazó szegmensek könnyebben bevonhatók az UAV-k felhasználását célzó innovációs projektekbe. Kiváló példa lehet erre a hőkamerák közcélú alkalmazásának esetei (7. ábra).



7. ábra

Energetikai célú FLIR hőkamerás Diamond DA42 MPP Guardian a 2012-évi Londoni Olimpiai Játékok közszolgálati feladatait segíti. A képen jól kivehető a gép orra alá szerelt összetett kamerarendszer. Forrás: Anita Lentsch: Diamond Aircraft's special mission platform DA42 MPP supports Olympic Games in London. Diamond Aircraft Industries, 2012.

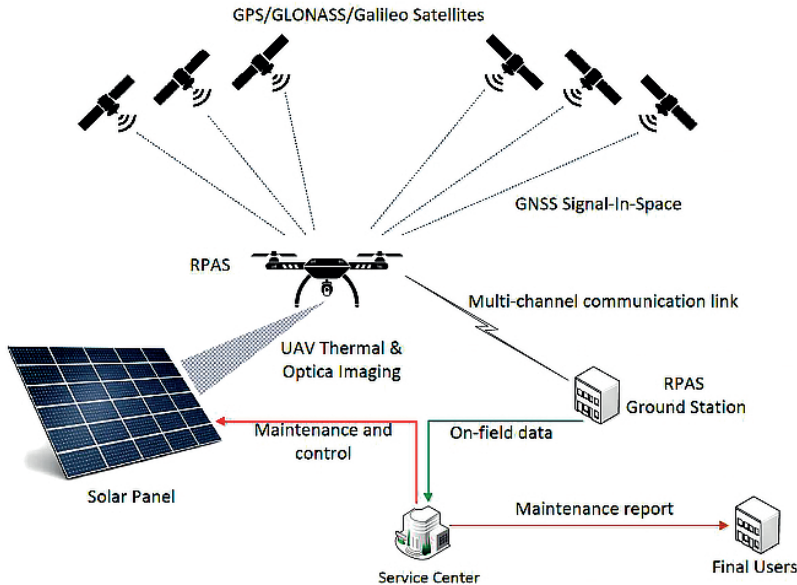
3.2. Az UAV-k autonómiájának fejlődési iránya

A felügyeletre alkalmazott UAV-k terjedése nagyon szembetűnő. Az ilyen feladatokra a legelterjedtebb esetben az úgynevezett kooperatív UAV-eket alkalmazzák, mint például mobil inspekciós szenzoros, képi rögzítő eszközöket. Az ilyen feladatoknál az üzemeltető elszállítja a repülőeszközt a célterületre, megtervezi az adott feladatot, majd kézi vezérléssel irányítva az UAV-t lerepüli vele a megtervezett útvonalat. Jellemzően ilyen feladatot jelentenek

a különböző légi fényképek és videók készítése. Ezek egyedi vagy többnyire egyszeri feladatok végrehajtását jelentik.

Második alkalmazási csoportba az olyan kereskedelmi gyakorlatok tartoznak, ahol előre tervezetten, szoftveresen programozott, konfigurált eszközök telepítése és alkalmazása történik. Ebben az esetben az UAV képes autonóm vagy félautonóm repülésre, illetve így fogja az előre beprogramozott feladatát végrehajtani. A félautonóm rendszerek képesek különböző (GPS/GLONASS/Galileo) helymeghatározó rendszerek adatait felhasználva korlátozni mind a repülhető területet, mind a repülési magasságot és sebességet. A kézzel vezérelt korábbi repülések nyomvonalát a rendszer képes újra lerepülni, ekkor már önállóan, vagy az előre megadott lokációkat végigpásztázva. Az operátor szaktudása természetesen elengedhetetlen a repülési útvonalak rögzítéséhez, helyes konfigurálásához, azonban a helyszínen tartózkodása ez utóbbi esetben már szükségtelen, sőt esetleg a távoli felügyelete is egyre kisebb mértékben szükséges az üzemeltetéshez. Tipikusan ilyen megoldásokat telepítenek az olaj- és gázipari kivitelezési munkálatok monitoringfeladataira, kikötők és ipari parkok felügyeletére is. Általánosan kimondható, hogy ezen felhasználások egyszerre szolgálják az üzleti intelligencia igényének versenyképes kielégítését, valamint a biztonságvédelmi feladatokat.

Létezik egy harmadik, úgynevezett vegyes megoldás is, amelyben távolról átvehető az UAV vezérlése. Ebben az esetben az autonóm repülés képessége meghatározó arra az esetre, ha megszűnik az operátor és az UAV közötti adatkapcsolat. Ugyanakkor autonóm repülés közben is kerülhet olyan helyzetbe vagy állapotba az eszköz, hogy kézi vezérlésre, operátori beavatkozásra is szükség lehet. Az új kommunikációs technológiák, mint például az 5G és a redundáns hálózatok kiépítése ezen esetek nehézségeinek lebontását is várhatóan elhozzák.



8. ábra

Az UAV kommunikációs hálózatának egy elvi ábrája napelemparkok vizsgálatához. Forrás: Pia Addabbo et al.: A UAV infrared measurement approach for defect detection in photovoltaic plants. 2017 IEEE International Workshop on Metrology for AeroSpace (MetroAeroSpace). Padua, 2017. 345–350.

Az utóbbi két esetben közös jellemző, hogy meg kell oldani az UAV telephelyen való töltését, lehetőség szerint ezt is részben vagy teljesen automatizáltan. Így a terepi állomásnak képesnek kell lennie az eszköz biztonságos tárolására, repülésre kész állapotban tartására, a fel- és leszállást lehetővé tevő speciális platform működtetésére. A technológia itt is gyorsan fejlődik, a korábbi kezdetleges megoldások ma már akár magas üzembiztonsággal működő platformokat is képesek biztosítani.¹²

4. Következtetések

A kutatás kereteihez a pilóta nélküli repülőgépek különböző alkalmazási lehetőségeit vetjük alapul, amelyen belül a kereskedelmi és a közszolgálati célú alkalmazásokat helyeztük a fókuszba. A kutatás elején elvégzett különböző szókapcsolati és sűrűségvizsgálatokkal rámutattunk a pilóta nélküli repülőgépek elmúlt évtizedben terjedő alkalmazásaira, amelyhez tudományos cikkek adatbázisait használtuk fel. Ezen belül rámutattunk arra, hogy az eddigi kereskedelmi célú alkalmazások tendenciáit látva várhatóan a különböző célú közszolgálati alkalmazások is dinamikusan fognak terjedni a jövőben. A közszolgálati alkalmazások lehetőségeinél a kereskedelmi alkalmazások adaptációjának lehetőségével számolunk. Áttekintettük a különböző alkalmazási elveket is, így láthattuk, hogy az UAV-k autonóm repülési képessége jelentősen kiterjeszti az alkalmazás lehetőségeit. A közszolgálati alkalmazások egyik sajátos formája a közszolgáltatások biztosítása, amely magában foglalja a kritikus infrastruktúra üzembiztos működtetését is. A fenti, különböző szempontrendszerek figyelembevételével arra a következtetésre jutottunk, hogy az UAV-k kiválóan alkalmazhatók az energiaszektorban, így például a fotovoltaikus naperőműparkok üzembiztos működésének biztosításához az ellenőrzés során, vagy akár a hulladékgazdálkodás területén is a szennyező források beazonosítására, vagy a szennyezés mértékének meghatározására. A fentiek lehetőséget biztosítanak számos innovatív fejlesztésre, de ugyanígy a profitorientált fejlesztések kiterjesztéséhez, vagy akár az oktatás, képzés elősegítéséhez is.

Felhasznált irodalom

- Addabbo, Pia – Giustino Fortunato – Antonio Angrisano – Mario Luca Bernardi – Graziano Gagliarde – Alberto Mennella – Marco Nisi – Silvia Ullo: A UAV infrared measurement approach for defect detection in photovoltaic plants. *2017 IEEE International Workshop on Metrology for AeroSpace (MetroAeroSpace)*. Padua, 2017. 345–350. Online: <https://doi.org/10.1109/MetroAeroSpace.2017.7999594>
- Davies, Lee – Robert C. Bolam – Yuriy Vagapov – Alecksey Anuchin: Review of Unmanned Aircraft System Technologies to Enable Beyond Visual Line of Sight (BVLOS) Operations. In *Proceedings of X. International Conference on Electrical Power Drive Systems (ICEPDS)*. 2018. Online: <https://doi.org/10.1109/ICEPDS.2018.8571665>
- Google Scholar, Nyílt hozzáférésű kutatói adatbázis. Online: <https://scholar.google.com>

¹² Lee Davies et al.: Review of Unmanned Aircraft System Technologies to Enable Beyond Visual Line of Sight (BVLOS) Operations. In *Proceedings of X. International Conference on Electrical Power Drive Systems (ICEPDS)*. 2018.

- Harzing, Anne-Wil: *Publish of Parish*. Harzing, 2016. Online: <https://harzing.com/resources/publish-or-perish>
- Lentsch, Anita: *Diamond Aircraft's special mission platform DA42 MPP supports Olympic Games in London*. Diamond Aircraft Industries, 2012. Online: www.diamondaircraft.com/en/about-diamond/newsroom/news/article/diamond-aircrafts-special-mission-platform-da42-mpp-supports-olympic-games-in-london/
- Palik Mátyás (szerk): *Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek*. Budapest, Nemzeti Közzolgálati Egyetem, 2013.
- Restás Ágoston: A drónok közzolgálati alkalmazásának lehetőségei. *Új Magyar Közigazgatás*, 10. (2017), 3. 48–62.
- Restás Ágoston: Az UAV közzolgálati alkalmazásai. In Palik Mátyás (szerk.): *Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek*. Budapest, Nemzeti Közzolgálati Egyetem, 2013. 241–280.
- Schippers, Birgit: *Coronavirus: drones used to enforce lockdown pose a real threat to our civil liberties*. The Conversation, 2020. Online: <https://theconversation.com/coronavirus-drones-used-to-enforce-lockdown-pose-a-real-threat-to-our-civil-liberties-138058>
- Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala. Online: www.sztnh.gov.hu/hu
- VOSviewer Visualizing scientific landscapes. Nyílt hozzáférésű kutatói adatbázis. Online: www.vosviewer.com/
- World Intellectual Property Organisation, Nyílt hozzáférésű adatbázis. Online: www.wipo.int/portal/en/index.html

