

Szajkó Gyula,¹ Fábos Róbert²

A pilóta nélküli légi járművek alkalmazhatósága a vasút- és közúthálózatok logisztikai felderítésében – 1. rész

Applicability of Unmanned Aerial Vehicles in Logistic Reconnaissance of Road and Railway Networks – Part 1

A béketámogató műveletek logisztikai támogatásának tervezési, szervezési folyamatainál fontos szerepet töltenek be a hadszíntér felderítéséből származó információk. A logisztikai felderítés magában foglalhatja a logisztikai támogatás szempontjából fontos körletekről, objektumokról, létesítményekről, közlekedési hálózatokról szóló információk feltérképezését és a megszerzett adatok rendszerezését. Ezek közül kiemelhetők a közlekedési hálózatok értékeléséből származó adatok, amelyek meghatározó jelentőséggel bírnak az erők mozgatásának, átcsoportosításának tervezésekor és végrehajtásakor. A közlekedési hálózatokat figyelembe véve a közúti és a vasúti infrastrukturális elemek főként az erők szárazföldi szállításkor válnak fontos tényezővé, amikor nagy létszámú személyi állományt és eszközt szükséges mozgatni. A hozzájuk kapcsolódó információk gyűjtésére többféle módszer áll rendelkezésre, a pilóta nélküli légi járművek alkalmazása csak az egyik ilyen lehetőség, mégis fontos lehet a logisztikai felderítést végző személyek vagy csoportok számára, mivel segítségével elérhetővé válhat az út- és vasúthálózatok helyszíni szemrevételezésének gyorsabb és pontosabb végrehajtása. Napjainkban a pilóta nélküli légi járművek típusai és felhasználásuk lehetőségei széles spektrumot ölelnek

¹ Tanársegéd, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Hadtáp, Pénzügyi és Katonai Közlekedési Tanszék; doktori hallgató, Katonai Műszaki Doktori Iskola, e-mail: szajko.gyula@uni-nke.hu

² Adjunktus, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Hadtáp, Pénzügyi és Katonai Közlekedési Tanszék, e-mail: fabos.robert@uni-nke.hu

fel. Ezeket célszerű megvizsgálni és elemezni: mely eszközök lehetnek alkalmasak logisztikai felderítés végrehajtására. A tanulmányban a szerzők célja, hogy – a teljességre törekvés igénye nélkül – bemutassák (csoportosítások alapján) a pilóta nélküli légi jármű-típusokat, majd elemezzék gyakorlati tapasztalatok alapján a logisztikai felderítéshez kapcsolódó alkalmazhatóságukat.

Kulcsszavak: logisztikai felderítés, pilóta nélküli légi járművek, vasút- és úthálózatok, szemrevételezés, béketámogató műveletek, logisztikai támogatás

Information that derives from theatre reconnaissance plays an important role in planning and organising the process of logistic support of peace support operations. Logistic reconnaissance may contain information about areas, infrastructures, transportation networks and systematisation of these data which is very important for (the) logistic support. Data from the evaluation of transportation networks, which have crucial importance when movement and deployment tasks of forces are planned and conducted, can be highlighted. Considering transportation networks, road and railway infrastructure elements become important factors during land movement of forces when a significant amount of personnel and equipment are to be moved. There are different methods of gaining such information. The application of Unmanned Aerial Vehicles is one of the possible solutions, however, it can be important for personnel carrying out reconnaissance, because with the help of it inspection of road and railway networks can become quicker and more accurate. Nowadays, there are a wide range of types and applications of Unmanned Aerial Vehicles. It should be analysed which of them are (the most) suitable for conducting logistic reconnaissance. Without attempting to be comprehensive, the objectives of the authors of this article are to present the different types of Unmanned Aerial Vehicles and analyse their applicability for logistic reconnaissance based on practical experience.

Keywords: logistic reconnaissance, Unmanned Aerial Vehicle, road and railway networks, visual inspection, peace support operation, logistic support

1. Bevezetés

A Magyar Honvédség (MH) az elmúlt 25 évben különböző béketámogató műveletekben vett és vesz részt a jövőben a NATO, ENSZ, valamint az EBESZ szervezetek tagjaként. A feladatok végrehajtásakor fontos szempont, hogy az erőforrások a megfelelő időben, a megfelelő helyen, a megfelelő minőségben és mennyiségben az optimálishoz közeli költségráfordítással váljanak elérhetővé a küldetések teljes ciklusában. Ezt sikeres logisztikai művelettervezéssel lehet megvalósítani, amelyen keresztül kivitelezhető a műveletek támogatására kiépített ellátási láncok hatékony működtetése. A művelettervezési folyamatoknál a hadszíntéri logisztikai felderítésből származó adatok meghatározó jelentőségűek, mivel a közlekedési hálózatokról, logisztikai bázisokról, objektumokról, a javító kapacitásokról vagy a befogadó nemzeti támogatás keretében nyújtható szolgáltatásokról megszerzett információkkal nagymértékben lehet növelni az erők támogatásának sikerességét.

Ezért is fontos, hogy a logisztikai felderítés kitérjen minden olyan tényezőre, amely hatással lehet a logisztikai támogatás eredményességére. A logisztikai felderítési feladatok közül kiemelkedik a közlekedési hálózatok hadszíntéri értékelése, amely kifejezetten az erők mozgatásának, átcsoportosításának tervezésekor és szervezésekor jelentkezik kulcsfontosságú tényezőként. A személyek és eszközök a honi területről a kijelölt hadszínterre történő mozgatásakor kombinált (légi, vízi, közúti és vasúti) szállítási módszert is alkalmazhatnak a művelettervezést végző törzsek. A közlekedési hálózatokat figyelembe véve az út- és vasúthálózatok főként az erők szárazföldön történő szállításakor válnak fontos részelemeivé az ellátási láncnak, amikor nagy létszámú személyi állományt és eszközt szükséges egyik pontról a másikra mozgatni. A közlekedési hálózatokhoz kapcsolódó információgyűjtő folyamatok végzésére többféle módszer is rendelkezésre áll a felderítést végző csoportok számára. Az egyik a logisztikai szemrevételezéssel (helyszíni szemlék teljesítésével), míg a másik lehetőség az informatikai hálózat(ok) felhasználásával beszerzett adatokkal hozzájárulni a közlekedési támogatási feladatok hatékony végrehajtásához, ezen keresztül a műveleti célkitűzések eléréséhez.³ Azonban a helyszíni szemlék teljesítéséről elmondható, hogy a logisztikai felderítés egyik legfontosabb kulcseleme, amely nem pótolható semmilyen más felderítési módszerrel, ezért amikor lehetőség van rá, ezt kell alkalmazni a begyűjtött adatok pontossága és naprakészsége érdekében.⁴ A helyszíni szemlék végrehajtásához érdemes tehát minden olyan eszközt igénybe venni, amely segítheti az információk gyors és precíz begyűjtését. A pilóta nélküli légi járművek alkalmazása az egyik ilyen lehetőség, segítségével egyszerűsíteni lehetne a vasúti és közúti hálózatok hadszíntéri értékelését. Napjainkban a drónok típusai és azok felhasználásának területei széles spektrumot ölelnek fel, amelyeket célszerű megvizsgálni és elemezni, következtetéseket levonni, hogy mely eszközök lehetnek leginkább megfelelőek a logisztikai felderítés eredményes teljesítéséhez.

A kétrészes tanulmányban célunk, hogy – a teljességre törekvés igénye nélkül – a tanulmány első részében bemutassuk a pilóta nélküli légi jármű-típusokat, majd a második részben egy végrehajtott drónrepülésen keresztül, a készített fotók kiértékelésével elemezzük a logisztikai felderítéshez kapcsolódó alkalmazhatóságukat. Ehhez fel kívánjuk használni az út- és vasúthálózatok helyszíni katonai értékeléséhez használható szemrevételezési szempontokat tartalmazó listákat,⁵ amelyek támpontot adnak a beszerzendő információk azonosításában és rendszeresítésében, így segítve a javaslatok pontosabb megfogalmazását.

1.1. Pilóta nélküli légi járművek osztályozása

Az eszközök csoportosítása elsősorban azért fontos a tanulmány szempontjából, mert segíti a javaslatok jobb meghatározását arra vonatkozóan, hogy mely járműveket célszerű használni a közlekedési hálózatok logisztikai felderítéséhez.

³ Magyar Honvédség Összhaderőnemi Támogatási Doktrína. 2015.

⁴ Magyar Honvédség 2015. 122.

⁵ Szajkó 2019; Szajkó–Lévai 2021. 1.

Meghatározásával kapcsolatban többféle definíció létezik (különösen eltérő felhasználásai miatt), de általánosan elfogadott, hogy a pilóta nélküli légi járművek tulajdonképpen olyan repülőeszközök, amelyeket úgy terveztek, és úgy tartanak üzemben, hogy annak vezetését, irányítását nem a fedélzeten tartózkodó személy végzi.⁶ Ezek a légi eszközök az ember fedélzeti jelenléte nélkül, autonóm módon képesek repülni.⁷ A működésükhöz szükséges információkat a környezetükből gyűjtik, szenzorok segítségével érzékelik pozíciójukat, és egy döntési folyamat eredményeként működésüket, helyzetüket, mozgásukat a háromdimenziós térben korrigálják.⁸ Ezt figyelembe véve az eszközök katonai alkalmazásával kapcsolatban már a 19. század végén is található írásos feljegyzés.⁹ Az osztrák hadsereg 1849. augusztus 22-ei Velence ellen végrehajtott támadásánál például gyúlékony, robbanó anyagokkal megrakott, személyzet nélküli ballonokkal bombázták a várost. A későbbi időszakokban a kutatók, gyártók egyre nagyobb figyelmet fordítottak fejlesztésükre, így megjelentek az 1900-as évek elején a légi torpedók, majd a célrepülőgépek, ezt követően a második világháborúban a robotrepülőgépek, később a hidegháború ideje alatt a UAV¹⁰-k, amelyek már valóban automatizált pilóta nélküli légi járművekként funkcionáltak (és főként légi műveletekben robbanóanyagok célba juttatására, a légi erők kiképzésére és felderítési feladatokra használták).¹¹

Az Amerikai Egyesült Államok fejlesztései közül kiemelhetők a vietnámi háború idején előállított UAV-k. Ezek a légi indíttatású járművek főként felderítési feladatokat hajtottak végre (például az ellenséges erők mozgásainak megfigyelését, objektumok, létesítmények azonosítását, elektronikai jelfelderítést, passzív zavarást vagy röplapszórást, megtevesztést) elérve akár a 18 000 méteres magasságtartományt is.¹² A vietnámi háború után az izraeli fejlesztések bemutatták, mennyire sokoldalúan lehet harcászati célokra felhasználni a UAV-eket. A Hermes 450 elnevezésű pilóta nélküli légi járművet már úgy tervezték, hogy fegyverekkel is fel lehessen szerelni, képes legyen 20 órát a levegőben repülni (200 km-es hatótávolsággal), amelyet az izraeli haderő alkalmazott is a Szudán elleni légi csapások végrehajtásakor.¹³ A továbbfejlesztett Hermes 900-at már hőkamerával és célmegjelölővel is ellátták, valamint alkalmassá tették a fel- és leszállások automatikus végrehajtására is, elkerülve ezáltal a költséges indító platformok használatát. A felhasznált könnyű anyagok ellenére jelenleg a felszálló tömege 1180 kg, a törzse 8,3 m hosszú, míg szárnyfesztávolsága 15 m (1. ábra).¹⁴

⁶ Sándor–Boros 2017. 50.

⁷ Békési 2013a.

⁸ Szegedi–Békési 2015.

⁹ Monash University é. n.

¹⁰ *Unmanned aerial vehicle.*

¹¹ Palik 2013.

¹² Palik 2013. 37.

¹³ Elbit Hermes 450: Unmanned Aerial Vehicle (UAV). 2003.

¹⁴ Palik 2013. 43.



1. ábra: Hermes 900 repülés közben

Forrás: www.airforce-technology.com/projects/hermes-900/

A terjedelmes kialakítású UAV-k mellett az izraeli haderő törekedett arra, hogy szárazföldi gyalogsági egységeinek támogatására rendszeresítsenek kisebb méretű légi járműveket is. A kézi indítású harctéri felderítő eszközzel az alegységek képesek nagy felbontású, valós idejű képet készíteni a vizsgált területekről, amelyet ráadásul éjjel és rossz látási viszonyok között is lehet alkalmazni. A többcélú felhasználási lehetőségek kialakításával Izrael a világ legnagyobb UAV-exportőrévé vált.¹⁵

Napjainkban számos ország hadereje fejleszt vagy vásárol drónokat, hogy ezzel is támogassák a különböző műveletek sikeres végrehajtását. Az Amerikai Egyesült Államok és a NATO például a balkáni, afganisztáni vagy az iraki műveletekben is használt UAV-eket a felderítési feladatok teljesítéséhez, illetve a célpontok megsemmisítéséhez. Az eszközöket azonban nemcsak a védelmi iparban alkalmazzák, jelenleg számos példa mutatja, hogy polgári célú felhasználásai is egyre elterjedtebbé válnak. A UAV-eket használják például a városi közlekedésben forgalomszámláláshoz, a különféle csomagok (orvosi eszközök, postai küldemények) szállításához,¹⁶ különböző adatok begyűjtéséhez (például a környezeti emisszió és a levegő összetételének mérésére)¹⁷ vagy a mezőgazdaságban a korai gyom és vízháztartási problémák felmérésére, a vízhiány, tápanyaghiány meghatározására, a termésbecslésre, vadkárbecslést támogató, döntéshozó műveletek alkalmazására, valamint permetezésre.¹⁸

A változatos felhasználási lehetőségek egyben magukban hordozzák, hogy különböző típusú és kialakítású UAV-k találhatóak a kereskedelemben, ennek megfelelően az osztályozásuk is különböző szempontok szerint valósítható meg, amit célszerű röviden ismertetni, mert segítséget nyújthatnak rendszerezésükben, összehasonlításukban és a javaslatok meghatározásában.

¹⁵ Palik 2013. 44.

¹⁶ Gupta et al. 2021. 345.

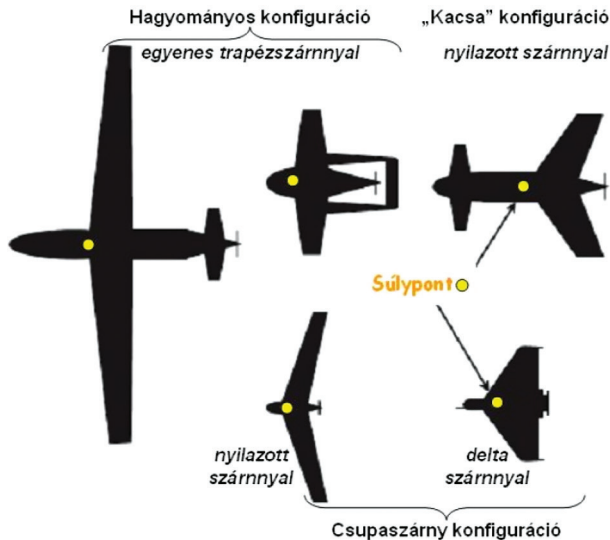
¹⁷ Szabolcsi 2020. 135.

¹⁸ Balázs é. n.

A felosztásuk történhet:¹⁹

- a felépítés (merev- és forgószárnyas, valamint hibrid járművek);
- a felhasználás módja (egyszeri és többszöri);
- a meghajtás (dugattyús, gázturbinás és elektromotoros);
- az irányítás módszere (távírányítású, programvezérelt és kombinált vezérlésű);
- az indítás módja (földi- és légi indítású);
- visszatérés módja (leszállással, ejtőernyővel, elfogó hálóval);
- repülési jellemzők (sebesség, magasság, hatósugár, repülési időtartam) alapján is.

A felépítés szerint megkülönböztetett UAV-k közül a merev szárnyú légi járművekről elmondható, hogy vezérlése kevésbé bonyolult, mint a forgószárnyas változatoknak, ráadásul nagyobb repülési sebességgel, magassággal és időtartammal is rendelkeznek.²⁰ A vízszintesen felszálló repülőgépek a stabilizátor elrendezésétől függően lehetnek hátsó-, első és stabilizátor nélküli, úgynevezett „csupaszárny konstrukciójúak.”²¹ Általában a vízszintesen felszálló UAV-k meghajtását biztosító légcavarok toló vagy vonó kialakításúak lehetnek. Ennek a típusnak egyik nagy előnye, hogy a felderítési feladatok végzésére kialakított eszköz törzsében könnyebben elhelyezhető az előre, oldalra és/vagy lefelé kitekintést biztosító optikai, valamint infrakamerák.²² A merev szárnyú UAV-k között található hagyományos szárny-törzs-vezérsík konfigurációk, canard elrendezésű eszközök, csupaszárnyjárművek vagy deltaszárny-repülőgépek is (2. ábra).



2. ábra: A toló légcavaros légi járművek konfigurációi

Forrás: Austin 2010. Figure 3.7 és Békési 2013a. 71.

¹⁹ Békési–Békési 2013a; Békési 2013. 68.

²⁰ Palik 2007. 20.

²¹ Békési 2013b.

²² Békési 2011.

Ezek közül a hagyományos kialakítású a leggyakoribb megoldás, itt a törzsben helyezik el a hasznos teher nagy részét, ahol a hosszstabilitási tulajdonságokat a felhajtóerőt termelő szárny aerodinamikai centrumának tengelye előtti elhelyezésével biztosítják.²³ A 3. ábrán egy Seeker 400 UAS²⁴ látható, amely toló légcavaros, szárny-törzs-vezérsík-konfigurációjú és automata fel- és leszállási képességekkel rendelkezik.



3. ábra: Seeker 400 UAS

Forrás: www.deneldynamics.co.za/album/UAVs/37

A canard típusú légi járműveknél a szárny előtt helyezkedik el a vízszintes vezérsík, így a fel- és leszálláskor részt vesz a felhajtóerő termelésében, ezáltal kevesebb úthossz és sebesség szükséges az emelkedéshez, illetve a landoláshoz. A csupaszárny-repülőgépek viszont nem rendelkeznek vízszintes vezérsíkkal, a csűrő kormánylapok mellé itt általában a magasságiakat is beépíthetik a szárnyon; egyik nagy előnye, hogy ezzel csökkenthető a homlokellenállás,²⁵ és a nagy fesztávolság kialakításával jó vitorlázó képesség biztosítható. A deltaszárny alkalmazásának fő jellemzője, hogy háromszög alakúak és 15°-os szárnynyilazási szögnél nagyobb szögben készülnek.²⁶ Előnyei közé tartozik, hogy erősebbre és merevebbre építhető, mint az előzőekben említett „társaik”. Hátránya, hogy a támadási szöveget a farok távolsága korlátozza, vagyis nehezebben tudja ellensúlyozni a szárnyak által okozott orrlefelé irányuló mozgást.

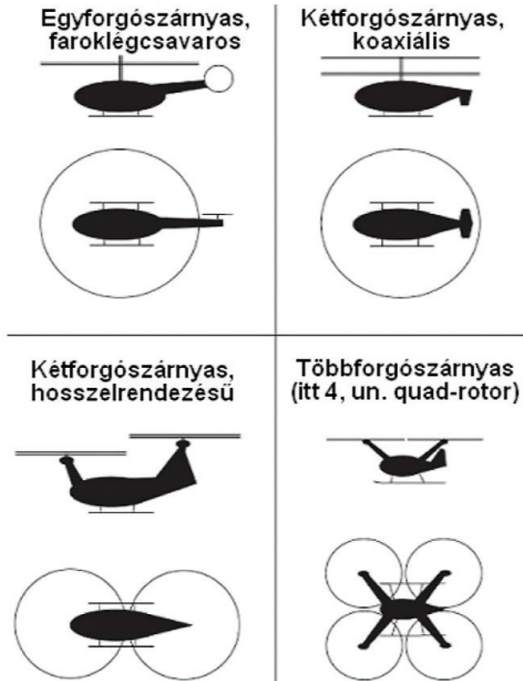
A forgószárnyas UAV-eket a helikopterekhez hasonlóan többféle megoldással is tervezik, amit a 4. ábra szemléltet.

²³ Békési 2013a. 71.

²⁴ *Unmanned aerial system*, pilóta nélküli légi jármű-rendszer.

²⁵ A homlokellenállás két részből tevődik össze. Az egyik összetevő a határrétegen belüli súrlódásból, a másik pedig a nyomáskülönbségből ered. Rohács 2012. 71.

²⁶ Békési 2013a. 75.



4. ábra: Függőlegesen felszálló repülőgépek forgószárny elrendezései

Forrás: Austin 2010. Figure 3.9 és Békési 2013a. 76.

Az egyforgószárnyas járművekről elmondható, hogy vezérlése viszonylag nehézkes, ráadásul a faroklégcsavar fokozottan sérülékeny, könnyen ütközhet a talajjal a fel- és leszálláskor.²⁷ A kétforgószárnyas helikoptereknél kedvező tulajdonság, hogy a hosszfelrendezés alapján ellentétes irányba forgó forgószárnyakkal nagyobb tömeg is emelhető, ennek ellenére kivitelezése – a pilóta nélküli légi járműveknél – még csak tervezési fázisban van.²⁸ A koaxiális kétforgószárnyas UAV-k előnye, hogy a függőlegesen elhelyezett ellentétes irányban forgó szárnyak kialakításával nincs szükség faroklégcsavarra, és ezzel az elrendezéssel egyben optimális energiafelhasználás is biztosítható. Az úgynevezett Quad rotoros járművek a legnépszerűbb UAV-típusok között vannak napjainkban. A két-két egymással szemben forgó forgószárnyak fordulatszámainak módosításával érhető el az eszköz térbeli helyzetváltoztatása. Ennek megfelelően nincs szükség bonyolult rudazatrendszerre és a hozzá kapcsolódó vezérlő automatára, amelyek a legtöbb helikopternél biztosítják – a forgószárnylapátok beállítási szögének állításával – a vonóerő irányának és nagyságának változtatását.²⁹ Hátránya ugyanakkor, hogy kifejezetten érzékeny a széllekedésekre és irányíthatatlanná válik, ha a forgószárnyak közül bármelyik is meghibásodik.

²⁷ Békési–Békési 2013b.

²⁸ Békési 2013a. 77.

²⁹ Békési 2013a. 79.

A hibrid hajtások kedvező tulajdonsága, hogy az eszközök képesek a forgószárnyakat függőleges és vízszintes üzemmódban is használni, így a jármű – a helikopterekhez hasonlóan – képes kisebb helyen felszállni, és a forgószárnyainak vízszintes helyzetbe állításával – a repülőgépeknél jellemző – gyorsabb utazó sebességet is elérni. Az egyik kifejlesztett megoldásnál az eszköz légcsavarja és motorja egyszerre fordul el, majd képez az emelőerőből vonóerőt, míg a másik típusnál már a szárnyak is el tudnak mozdulni a légcsavarral és motorral együtt. Közös jellemzőjük (az előnyökön kívül), hogy fajlagos teherbírásuk kisebb, és drágább áron lehet beszerezni a piacokon, mint a hasonló „egyfunkciós” drónokat.³⁰

A felhasználás célja szerint megkülönböztethetünk egyszeri és többszörös felhasználású eszközöket. Az egyszeri felhasználású járművek két alkategóriába sorolhatók: csapásmérő UAV-k és célrepülőtestek. A csapásmérő UAV-k általában önállóan derítik fel, azonosítják, és szükség szerint magukkal együtt semmisítik meg a megfigyelés alá vont célokat. A célrepülőtestek csoportjába azok az eszközök tartoznak, amelyeket a kiképzéseken, gyakorlatokon a különböző fegyvernemek (tüzéregységek, repülőcsapatok) célok imitálására használnak. A többszöri felhasználású UAV-k csoportjába pedig valamennyi légi jármű beletartozik, amelyekkel megoldható a – földi és navigációs eszközeivel – a repülőtestek visszavezetése és leszállítása.³¹

A meghajtás módja alapján a UAV-k lehetnek dugattyús, gázturbinás és elektromos elv szerint működők. A dugattyús motorral hajtott járművek általában egy- vagy többhengeres (kettő, négy) változatban vonó, illetve toló légcsavarral készülnek. Előnyük, hogy kevésbé zajosak, megbízhatók, és kevés kiegészítő berendezés szükséges működésükhöz.³² A gázturbinás hajtóművek többféle kialakítással készülhetnek, ezek lehetnek:³³

- sugárhajtóművek:
- egyáramú sugárhajtóművek;
- kétáramú sugárhajtóművek;
- turbólégcsavaros hajtóművek;
- légcsvavar-ventillátoros hajtóművek.

Általában ezek a légi járművek már képesek a sztratoszférában repülni és hadműveleti-hadászati felderítést, valamint zavarást is végrehajtani. Ennek megfelelően a repülőgépeket úgy tervezik, hogy a felderítésüket gátolva a visszaverő felületük csekély legyen, valamint optimális üzemanyag-felhasználással és minimális hőkibocsátással rendelkezzenek. Az elektromos UAV-k meghajtását biztosító akkumulátorok és az elektromotorok hatásfokának emelkedésével egyre inkább alkalmazott erőforrássá vált ez a típus napjainkban, háttérbe szorítva az előzőekben említett eszközöket. Az elektromos légcsavarral működő légi járműveket kis magasságon – harcászati szintű felderítésekre – használják (katonai alkalmazását tekintve), mivel képes 1–1,5 órát

³⁰ Békési 2013a. 81.

³¹ Békési 2013a. 86.

³² Békési et al 2012.

³³ Sánta 2008.

a levegőben maradni, megtenni akár 50–70 kilométert, ráadásul kis méretű és csendes, ami nehezíti az eszközök felderítését, észlelését.³⁴

Az irányítás módja szerint az UAV-k lehetnek távirányítású, programvezérelt vagy kombinált vezérlésű légi járművek. A távirányítású repülőgépeknél a fel- és leszállás, valamint a levegőben történő repülés csak „emberi” segítséggel, távirányítással valósítható meg. Ennek megfelelően a biztonságos üzemeltetéshez elengedhetetlen, hogy az eszköz vizuálisan látható legyen, vagy rendelkezzen olyan rádiólokációs, optikai berendezéssel, amellyel a jármű folyamatosan nyomon követhető, és a repülési jellemzőkről megfelelő mennyiségű adat biztosítható az operátor részére.³⁵ A programvezérlésű UAV-k már a teljes működésüket önállóan hajtják végre a fedélzeti számítógép memóriájába táplált adatok segítségével. A repülés pontos teljesítéséhez a járműveket különböző fedélzeti, kis magasságú és navigációs rendszerekkel látják el, amelyek a felszállás után azonnal aktiválódnak.³⁶ Rendszerint felderítő és csapásmérő feladatok végrehajtására alkalmazzák ezeket az eszközöket. A kombinált irányítású UAV-knél ötvözik a távirányítású és a programvezérelt módszereket. A rendszert általában úgy alkalmazzák, hogy a légi járművet a földi ellenőrző pontig irányítják (távirányítással), majd a fedélzeti számítógépnek küldött utolsó parancs feldolgozását követően az eszköz átáll a programozott repülésre és teljesíti a részére előzetesen meghatározott feladatokat (például a harcmező felderítését). A kombinált vezérlés egyik nagy előnye, hogy a földi ellenőrző állomás paraméterei nincsenek hatással a hatótávolságra, ráadásul a kritikusnak tekinthető fel- és leszállási manőverek távirányítással megoldhatók, ami szintén növeli a rendszer biztonságát.

A UAV-k indítását figyelembe véve különböző módszereket is alkalmazhatnak a felhasználók, attól függően, hogy milyen szerkezeti kialakítással és felszálló tömeggel rendelkeznek a pilóta nélküli légi járművek. Ezek alapján a UAV-k lehetnek földi és légi indítású repülőeszközök. A földi indításúak közül a kis súlykategóriába tartozó gépeket (max. 10 kg) általában emberi kéz segítségével hozzák működésbe. Hátránya, hogy az indításukhoz (a levegőbe juttatás pillanatában) két ember is szükséges, és a merevszárnyúaknál a dobástechnikát is indokolt elsajátítani a működtetőknek. Előnyük ugyanakkor, hogy bárhol elindíthatók terepen, ahová a felhasználók gyalog is el tudnak jutni. A közepes tömegű UAV-k indításához már általában indítókatapultot használnak, amely lehet:³⁷

- elasztikus (gumiköteles);
- pneumatikus és hidraulikus
- vagy rakétaindítási elv szerinti meghajtású.

Az elasztikus katapultnál az elindításhoz szükséges energiát a kötél előfeszítésével állítják elő, amely emberi erővel vagy csörlő segítségével is megvalósítható.

³⁴ Békési 2013a. 89.

³⁵ Forbes 2017.

³⁶ Békési 2013a. 91.

³⁷ Békési 2013a. 93.

Az indítókatapultos megoldásoknál a kinetikus energiát szolgáltathatja egy kompresszor vagy egy akkumulátor is (5. ábra).



5. ábra: Hermes 450 indítása pneumatikus meghajtással

Forrás: [HERMES450-robotic-launcher.jpg \(400x182\) \(defense-update.com\)](#)

A rendszer előnye, hogy a UAV-k felszállási helye csak az indítóállvány terepjáró képességétől függ, hátránya, hogy az előállítási költségek magasak lehetnek és nagyobb tömeg felett már nem biztonságos a használatuk sem. Ezt a problémát oldja fel a segédhajtómű (gyorsító rakéta) alkalmazása. A rakétaindítással a légi jármű már nem igényel más energiaforrást és bármely helyzetből képessé válik a felszállásra. A rakéta kiegészése után leválik a UAV-ról, hogy az eszköz a saját hajtóműve segítségével folytassa tovább repülését.³⁸ Katonai alkalmazását tekintve hátrányként említhető, hogy a felszállást hang- és fényhatás kíséri, amely könnyen felderíthető, ráadásul a rakéták üzemeltetése, tárolása, illetve szállítása is kockázatokat, veszélyeket jelenthet a felhasználó számára. A légi indítású UAV-k rendszerint repülőgép vagy helikopter fedélzetéről indulnak. Általában ezeket az eszközöket nagy hatótávolságú felderítési feladatokra használják, és főként nagy repülési magasságon és sebességgel hajtanak végre.³⁹ Ennek megfelelően a UAV-k előre programozottan teljesítik repülésüket, hogy a felderítéskor megszerzett információkat valós időben tudják továbbítani a földi ellenőrző állomásra.

A visszatérés alapján is meg lehet különböztetni a pilóta nélküli repülőeszközöket, aminek azért lehet fontos szerepe a kiválasztásban, mert általánosságban elmondható, hogy a UAV-k legtöbbször a visszatéréskor (leszálláskor) „szenvednek el” szerkezeti

³⁸ Békési 2013a. 95.

³⁹ Békési 2013a. 96.

sérüléseket. A visszatérés szerint a UAV-k leszállhatnak a saját futóművük, az ejtőernyő és elfogóháló segítségével is (6–7. ábra).



6. ábra: Ejtőernyővel landoló UAV

Forrás: https://manta-air.com/uav_safety_and_recovery_systems/



7. ábra: Elfogóhálóval visszatérő UAV

Forrás: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/ba/Iowa_drone.jpg

A futóművel visszatérő repülőeszközöknél a fel- és leszállást távirányítással oldják meg, mivel a teljes automatizálás még nem minden légi járműnél érhető el. A landolást figyelembe véve többféle kialakítással készülhetnek a UAV-k, amelyek lehetnek hasra, kerékre, csúszó- vagy rúgóstalpra leszálló eszközök. Az utóbbi a kerekes megoldás továbbfejlesztett változata, amelynél kevesebb kockázattal jár az eszköz felborulása (landoláskor) akár előkészítetlen terepen is. A UAV-k csúszótalpra történő biztonságos leszállása, viszont általában csak egyenes, füves vagy homokos területen hajtható végre. A kerekkel felszerelt légi járműveknél a leszálláshoz szükséges „úthossz” csökkentését pedig a kerekek fékezésével és elfogóhorog alkalmazásával érik el az irányítók. A kerekes és csúszótalpas eszközöknél rendszerint hidraulikus rugóstagot is használnak annak érdekében, hogy a talajtól származó ütközési energia ne tegyen kárt a járműben.⁴⁰ A sérülések csökkentését lehet elérni továbbá az ejtőernyők alkalmazásával. Általában a kis és közepes tömegű UAV-kre szerelnek fel ejtőernyőt: a meghatározott leszálló terület fölé érkezésekor (programozva vagy távirányítással) a magasság, sebesség és irány beállítása után az eszköz „kinyitja” az ejtőernyőjét, hogy a földet érése biztonságosan végrehajtható legyen. Az újabb fejlesztésekre már légzsákokat is felszerelnek, hogy a leszálláskor jelentkező ütközés hatása kisebb mértékű legyen. Talán legfontosabb előnyeinek egyike, hogy nem igényel leszállópályát, ugyanakkor a landolás pontos koordinátái nehezen behatárolhatók, így csak szárazföldön használhatók egyelőre (a jelenlegi fejlesztéseket figyelembe véve) eredményesen. Az elfogóháló viszont ezt a hiányosságot szüntetheti meg, amelyet főként hajókon alkalmaznak kis felszállótömeggel rendelkező UAV-k landolásához. Hátránya, hogy az eszköz elfogóhálószerű történő biztonságos leszállítása pontos navigációt és szélmentes időjárást igényel.

⁴⁰ Békési 2013a. 98.

A repülési jellemzők alapján a UAV-eket be lehet sorolni kategóriákba a repülési magasságuk, a sebességük, a hatósugaruk és a repülési időtartamuk szerint is. A könnyebb áttekinthetőség érdekében táblázatba foglaltuk össze a repülési jellemzők szerint megkülönböztetett pilóta nélküli repülőeszközöket (1. táblázat).

1. táblázat: Repülési jellemzők alapján csoportosított UAV-k

Típus	Repülési magasság		Üzemidő	Hatótávolság	Repülési sebesség
MAV ⁴¹	alacsony magasság	maximum néhány 10 méter	néhány perc	néhány 100 méter	Kis sebességű 0–350 km/h repülési sebességű
LASE ⁴²		néhány 10–100 méteres magasság	néhányszor 10 perc	néhány km	
LALE ⁴³		néhány 100 méteres magasság	néhányszor 30 perc	néhány 10 km	
MALE ⁴⁴	közepes néhány km-es magasságig		néhány óras időtartam	több száz km	Kis sebességű 0–350 km/h repülési sebességű / Nagy sebességű 350–1000 km/h repülési sebességű
HALE ⁴⁵	nagy magasságban 10–30 km között		néhányszor 10 óra	több ezer km	

Forrás: Szajkó Gyula szerkesztése Sándor–Boros 2017. 51. alapján

Látható, hogy a lehetséges feladatoktól függően többféle UAV-k közül választhatnak a felhasználók, ez a fajta csoportosítás lehetőséget ad javaslatok megfogalmazására a logisztikai felderítéshez használható pilóta nélküli repülőeszközökre vonatkozóan is. Természetesen célszerű megvizsgálni milyen feladatok kapcsolódhatnak a logisztikai felderítéshez, azon belül – az erők szárazföldi mozgatásában kulcsfontossággal bíró – vasút- és közúthálózatok értékeléséhez. A következő részben ismertetjük ezért röviden a UAV-k lehetséges katonai alkalmazását, a logisztikai felderítéshez kapcsolódó feladatokat, valamint a vasút- és úthálózatok értékeléséhez használható szemrevételezési szempontokat tartalmazó listákat. Ezt követően bemutatjuk (gyakorlati tapasztalat alapján) a pilóta nélküli repülőeszközzel szerzett információk (elkészített képek, fotók) feldolgozhatóságát, hogy javaslatot fogalmazzunk meg a közlekedési hálózatok értékeléséhez használható UAV-típusok felhasználására vonatkozóan.

(folytatjuk)

⁴¹ *Micro air vehicle*: mikro pilóta nélküli repülőeszközök.

⁴² *Low altitude, short endurance*: kis repülési magasságú rövid repülési időtartamú.

⁴³ *Low altitude, long endurance*: kis repülési magasságú, hosszú repülési időtartamú.

⁴⁴ *Medium altitude, long endurance*: közepes repülési magasságú, hosszú repülési időtartamú.

⁴⁵ *High altitude, long endurance*: nagy repülési magasságú, hosszú repülési időtartamú.

Felhasznált irodalom

- A Global Defence Technology Company (2022): UAVs. Online: www.deneldynamics.co.za/album/UAVs/37
- Austin, Reg (2010): *Unmanned Aircraft Systems UAVS Design, Development and Deployment*. John Wiley & Sons Ltd. Online: <https://doi.org/10.1002/9780470664797>
- Balázs Viktor (é. n.): *Nemzeti Agrárgazdasági Kamara, Mezőgazdasági termelés, Drón, Monitoring, Adatgyűjtés*. Online: <https://bit.ly/3B2AGSz>
- Békési Bertold (2011): UAV-k sárkányszerkezeti megoldásai. *Szolnoki Tudományos Közlemények*, 15. Szolnok. 1–11.
- Békési Bertold et al. (2012): *Pilóta nélküli légi járművek: kategorizálás, fedélzeti hardver besorolás*. Kutatási jelentés. Szolnok.
- Békési Bertold (2013a): Pilóta nélküli légi járművek jellemzése, osztályozásuk. In Palik Mátyás szerk.: *Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek*. Budapest, Nemzeti Közszerológiai Egyetem. 65–110. Online: www.repulestudomany.hu/kiadvanyok/UAV_handbook_Secon_edition.pdf
- Békési Bertold (2013b): Pilóta nélküli légi jármű típusok sárkányszerkezeti megoldásai. In Pokorádi László szerk.: *Műszaki tudomány az északkelet-magyarországi régióban 2013 konferencia előadásai*. Debrecen, Debreceni Akadémiai Bizottság Műszaki Szakbizottság. 122–132.
- Békési Bertold – Békési László (2013a): Merevszárnyú pilóta nélküli légi járművek (UAV-k). *Szolnoki Tudományos Közlemények*, 17. Szolnok. 7–34.
- Békési László – Békési Bertold (2013b): Forgószárnyas pilóta nélküli légi járművek. *Economica*, 6. évf. 2. sz. 88–98. Online: <https://doi.org/10.47282/ECONOMICA/2013/6/2/4421>
- Elbit Hermes 450: Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*. 2003. Online: www.militaryfactory.com/aircraft/detail.php?aircraft_id=824
- Forbes (2017): *What Are The Differences Between Drones, UAVs, And RPVs?* Online: www.forbes.com/sites/quora/2017/08/15/what-are-the-differences-between-drones-uavs-and-rpvs/?sh=34bbf65f7b21
- Magyar Honvédség Összhaderőnemi Logisztikai Támogatási Doktrína*. (2015) (3. kiadás). Budapest, Magyar Honvédség.
- Monash University (é. n.): *Remote Piloted Aerial Vehicles: An Anthology*. Online: www.ctie.monash.edu/hargrave/rpav_home.html
- Gupta, Anunay – Afrin, Tanzina – Scully, Evan – Yodo, Nita (2021): Advances of UAVs toward Future Transportation: The State-of-the-Art, Challenges, and Opportunities. *Future Transportation*, 2. évf. 1. sz. 326–350. Online: <https://doi.org/10.3390/futuretransp1020019>
- Manta Air (2020): *UAV Safety & Recovery: A safe flight ends with a safe landing*. Online: https://manta-air.com/uav_safety_and_recovery_systems/
- Palik Mátyás (2007): *Pilóta nélküli légi jármű rendszerek légi felderítésre történő alkalmazásának lehetőségei a légierő haderőnem repülőcsapatok katonai műveleteiben*. PhD-értekezés. Budapest. Online: <http://hdl.handle.net/20.500.12944/12060>

- Palik Mátyás (2013): A pilóta nélküli repülés rövid története. In Palik Mátyás szerk.: *Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem. 25–60.
- Rohács József szerk. (2012): *Aerodinamika*. BME Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar, 2012. Online: www.vrht.bme.hu/letoltes/Tanszeki_letoltheto_anyagok/Oktatok_anyagai/Jankovics_Istvan_anyagai/Aerodinamika/Rohacs_Gausz_Aerodinamika.pdf
- Sándor Zsolt – Boros Péter (2017): Pilóta nélküli légi járművek okozta kihívások a légi-forgalmi irányításban. *Közlekedéstudományi Szemle*, 67. évf. 6. sz. 49–58. Online: http://real.mtak.hu/70631/7/49_PDFsam_KTSZ_2017_06_print%20v%C3%A9gleges.pdf
- Sánta Imre (2008): *Repülőgép-hajtóművek elmélete I. (Gázturbinás hajtóművek)*. Előadásvázlat. Budapest.
- Szabolcsi Róbert (2020): Multirotoros pilóta nélküli légi járművek háromdimenziós repülési pályáinak számítógépes tervezése és szimulációja. *Hadtudomány*, 30. évf. 4. sz. 133–150. Online: <https://doi.org/10.17047/HADTUD.2020.30.4.133>
- Szajkó Gyula (2019): Az út és úthálózatok értékelése a hadszíntéri logisztikai felderítés végrehajtásakor. *Hadmérnök*, 14. évf. 4. sz. 61–77. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2019.4.4>
- Szajkó Gyula – Lévai Zsolt (2021): A vasúthálózatok értékelése a hadszíntéri logisztikai felderítés végrehajtásakor. *Hadtudományi Szemle*, 14. évf. 1. sz. 27–52. Online: <https://doi.org/10.32563/hsz.2021.1.3>
- Szegedi Péter – Békési Bertold (2015): *Az UAV-on alkalmazható szenzorok*. XIV. Természet-, Műszaki és Gazdaságtudományok Alkalmazása Nemzetközi Konferencia. Szombathely, Nyugat-magyarországi Egyetem. 175–182. Online: http://publicatio.nyme.hu/613/1/TTK_14_Nemzetkozi_Konf_Eloadasok_201500516.pdf