

# Drónok alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata EHS feladatok megoldásában

## Application of drones in solving EHS tasks

B. ZÁKÁNYI<sup>1</sup>, G. HORVÁTH<sup>2</sup>, R. MÉSZÁROS<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Környezetgazdálkodási Intézet, zakanyib@gmail.com

<sup>2</sup>Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, AFKI, afkgabor@uni-miskolc.hu

<sup>3</sup>Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, AFKI, zakanyine@gmail.com

*Absztrakt. Drónok vagy pilóta nélküli repülő szerkezetek (UAVs → Unmanned Aerial Vehicles) vagy pilóta nélküli repülő rendszerek (UAS → Unmanned Aerial Systems) azon repülő szerkezetek, amelyek fedélzetén nincsen pilóta és utas. Ezeket az eszközöket elsősorban a hadseregben alkalmazták, mára azonban jelentősen megnőtt az alkalmazásuk többek között az ipari felhasználásba, a szolgáltatásokban, a katasztrófavédelemben, és a civil szektorban is. Bemutatjuk röviden a drónok legfontosabb osztályozási szempontjait. Emellett jelen tanulmányunkban összegyűjtöttük azokat a felhasználási lehetőségeket, amiket az ipar és az EHS szektor használ vagy a jövőben alkalmazni tud. Megemlítjük a drónokra szerelt és szerelhető legfontosabb kiegészítőket, amiket a speciális feladataik során alkalmazni tudnak a felhasználók.*

*Abstract, Drones or unmanned aerial vehicles (UAVs) or unmanned aerial systems (UAS) are unmanned aerial vehicles without pilot and passenger on board. These tools have been used primarily in the military, but have now grown significantly in applications including industrial use, services, disaster management, and the civilian sector. We briefly introduce the most important classification criteria for drones. In addition, in this study, we have collected the uses that the industry and the EHS sector can or will use in the future. We mention the most important drone-mounted and mountable accessories that can be used by users for their specific tasks.*

## 1. Bevezetés

A drónokkal kapcsolatos publikációk száma folyamatosan növekszik. Manapság egyre inkább a pilóta nélküli repülőszerkezetek alkalmazási lehetőségeit vizsgálják és különböző érzékelőkkel és speciális kamerákkal látják el őket. Egyre több vizsgálat, kutatási projekt foglalkozik a drónok fejlesztésével és alkalmazásával. Kutatásunk fő célja, a jelenleg használt drónok legfontosabb típusait rendszerbe foglalni, illetve a pilóta nélküli légi járművek használatának lehetőségeit összefoglaló módon vizsgálni az EHS területre vonatkozóan. Figyelembe véve, hogyan és mikor lehetséges a drónokat alkalmazni egyes feladatokra és milyen előzetes vizsgálatokra lehet szükség a repültetés előtt.

## 2. Drónok osztályozása

A pilóta nélküli repülő szerkezetek jobb megértése érdekében fontos, hogy megismerjük a különböző műszaki jellemzőiket. A legjelentősebb jellemző a pilóta nélküli repülő szerkezetek típusa, amely a repülést biztosító szerkezeti elem kialakításától függ. A típus lehet úgynevezett merevszárnyas, forgószárnyas vagy vegyes kialakítású. Más rendszerekre is léteznek példák, mint például az úgynevezett hibrid rendszerek, amelyek egyaránt multirotoros és fix szárnyú rendszerek, ornikopterek és turbóventilátorokat használó drónok.

A második jellemző a drón repülési autonómiájának szintje. Az autonómia a teljes autonóm művelettől a távoli pilóta által teljes mértékben irányítottig változhat. Egy másik figyelemre méltó jellemző a drónok közötti méret béli különbség. A pilóta nélküli repülő szerkezetek méretei a rovar méretétől a kereskedelmi repülőgép méretig változhat. A súly szintén fontos jellemző. Az UAV-k súlya több grammtól száz kilogrammig terjedhet. Az ebben a részben tárgyalt végső meghatározó jellemző az energiaforrás különbsége. Az energiaforrások példái az akkumulátorcellák, a napelemek és a hagyományos repülőgép-üzemanyagok.

A jellemzők fontossága abban rejlik, hogy a különböző pilóta nélküli repülő szerkezetek hasznos terhelésének és a hozzájuk kapcsolódó alkalmazások függenek ezen a jellemzőktől. A drónokat általában az említett alapadatok alapján kategorizálják.

## 3. A drónok kiegészítői és alkalmazásuk az EHS területén

Jelen fejezetben a pilóta nélküli repülő szerkezetekhez csatlakoztatható hasznos terhelések típusait tárgyaljuk. A drónokhoz gyakorlatilag mindenféle hasznos teher csatlakoztatható, az egyetlen korlátozás általában a hasznos terhelések súlya és mérete. A legtöbb drón gyártója kamerákkal látja el a repülő eszközeit. Azonban a legtöbb gyártótól más hasznos terheléseket is rendelhetünk, de a drón felhasználók is létre tudnak hozni maguk is különböző kiegészítőket. Ebben a fejezetben a pilóta nélküli repülő szerkezeteken használható kiegészítőkkel foglalkozunk és megkülönböztetünk különböző kamera típusokat, érzékelőket és az egyéb hasznos terheléseket.

### 3.1. Kamerák és szenzorok

A legtöbb mai pilóta nélküli repülő szerkezet már kamerával van felszerelve. A fényképezőgépek és a mikrofonok a pilóta nélküli repülő szerkezetek leggyakrabban használt hasznos terhei. A kamerák lehetnek hagyományosak, de lehetnek, infravörös vagy multispektrális is (lásd később). Az ilyen eszközök lehetővé teszik az éjszakai látást és a hő érzékelést.

Az érzékelőkkel felszerelt pilóta nélküli repülő szerkezetek hasznos információkat is nyújthatnak bizonyos helyzetekben, például hasznosak lehetnek a bűncselekmények megelőzésére, a bűnügyi nyomozásra, a büntetőeljárás lefolytatására, de sajnos akár bűncselekmény elkövetésére is. A kamerás megfigyelés megelőző funkciója vegyes eredményeket mutat [1].

A drónok bűnüldözési alkalmazásai nem korlátozódnak a kamerák használatára. Más érzékelők is lehetőségeket adhatnak. Például a hőérzékelők nagyon hasznosak a kender ültetvények beazonosítására, amit az emberek a tetőtérben növesztenek. A kémiai szenzorok hasznosak lehetnek az illegális drogok nyomainak felderítésére [2].

Katasztrófák vagy válságok esetén a drónokkal rögzíthető adatok hozzájárulhatnak a helyzet jobb megismeréséhez, az adott kritikus pontok azonosítására, a kiterjedés meghatározására. A távoli területek vagy a nehezen elérhető helyek (például a forgalmi torlódások, kiterjedt árvízi terület) könnyen elérhetőek a felhasználó részére UAV-k alkalmazásával. A pilóta nélküli repülő szerkezetekkel rugalmasan megválasztható különböző magassági pozíciókból jobb áttekinthetőséget biztosít és valós idejű képeket adhat egy terület vagy egy vizsgált objektumról. A biztonság területén a pilóta nélküli repülő szerkezetek szintén hasznosak a tömegkezelés céljára, például nagy bemutatókon, zenei fesztiválokon, sport- és egyéb eseményeken. Az UAV-k hasznosak lehetnek a VIP személyek, a sérülékeny épületek (atomerőművek, kikötők, repülőterek) és az infrastruktúra (vízellátás, internet stb.) védelmében. Nagy kiterjedésű tüzek esetén a drónok által rögzített és valós időben továbbított képi anyaga pontos információt ad a tűz méretéről, terjedési irányáról, az adott terület szélviszonyairól, veszélyeztetett területek elhelyezkedéséről, stb.. Az atomerőművek balesetei esetén a pilóta nélküli repülő szerkezetek nyomon követhetik a radioaktivitás jelenlétét és terjedését [2].

Az infrastruktúra - például autópályák, vasutak, szélmalomok, hidak, csővezetékek és gátak - ellenőrzéséhez és karbantartásához hasznosak lehetnek a pilóta nélküli repülő szerkezetek. Elgyengült területek, erózió vagy kopás észlelhetőek kamerák segítségével. A járművek, például az autók, a kamionok, a repülőgépek és a hajók mozgása könnyen ellenőrizhető. Forgalmi dugók esetén a forgalom átírányítható, és az összegyűjtött adatok felhasználhatók a forgalmi elemzésekhez. A csővezetékekből szivárgó gáz vagy víz észlelhetőek. A pilóta nélküli repülő szerkezetek használatával a nagy magasságokba lévő objektumok, mint például tetők, kémények, szélmalomok és villamos hálózati kábelek vizsgálhatók [3].

A biológiai érzékelők segítségével nyomon követhetik a mikroorganizmusokat, a kémiai érzékelőkkel („szippantók”) mérhetik a vegyi összetételeket és bizonyos vegyi anyagok nyomait, beleértve a radioaktív részecskéket és a meteorológiai érzékelőkkel mérhetik a szél sebességét, a hőmérsékletet, a páratartalmat stb.

A következőkben a legfontosabb kamera és szenzor típusokat mutatjuk be részletesebben.

### 3.1.1. Látható fény tartományú érzékelés

Az emberi szem számára látható tartományban működő passzív képfelvevő rendszerek, a filmre, digitális érzékelőkre vetített képet szolgáltatják – színes, vagy szürkeárnyalatos formában. A látható fény tartományban az elmúlt években különböző felbontású digitális foto és videokamerák olyan mértékben fejlődnek, hogy minden más korábbi képrögzítést kiszorítanak az alkalmazásból. A jelenlegi HD videofelvételek minősége már közel van az emberi szem által még értékelhető különbségekhez. A „reszkető kezű” operatőrökből az alkalmazott képfeldolgozó algoritmusok „profit” varázsolnak bárkiből.

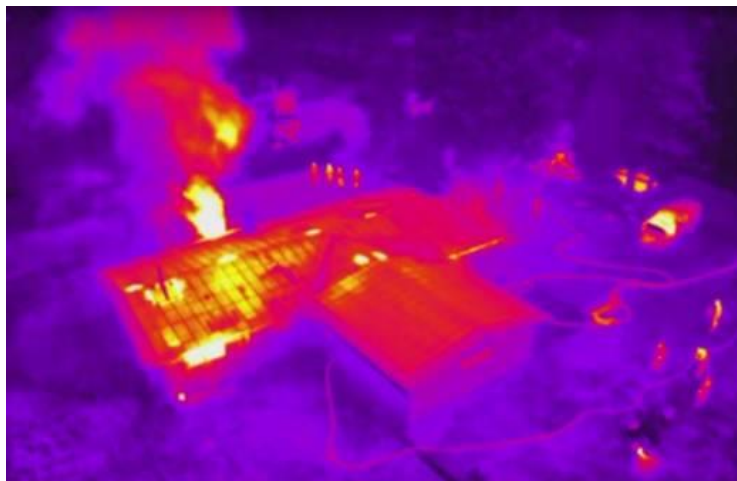
Ezekre a pilóta nélküli repülő eszközökre telepített képfelderítő és stabilizáló rendszerekre nagy szükség van, hiszen a meghajtás és a repülés közbeni légörvények által keltett rezgések hatása, ezekkel a mechanikus stabilizátorokkal, és a képek minőségét tovább javító digitális szűrőkkel csökkenthető [4].

Az elektronikai elemek fejlődése közvetlenül hatott a képalkotás és megjelenítés technológiájára. A CCD – (Charge Coupled Device) töltéscsatolt eszköz az érzékelők forradalmi váltását eredményezte, és ezzel a digitális képrögzítés alapját teremtette meg. Ma már a kereskedelemben is kaphatóak 4K (4096x2160 pixelszámú) felbontású kamerák, mint például a DJI Phantom 4 pro V2.0-hoz is. Fontos szempont a hasznos teher fizikai védelme – különösen a fel és leszálláskor jelentkező gyorsulások, mechanikai túlterhelések, szennyeződések hatásaitól.

A kameraállványoknál (stabilizátoroknál) általában három szabadságfokú szabályzást alkalmaznak, de szükség lehet az egész hordozó platform aerodinamikai stabilizálására is. A hordozó légi jármű turbulencia okozta bedőlése, bólintása, elfordulása külön szabályzó rendszerrel tartható a minimális szinten. Erre a célra gyorsulásadókkal és giroszkópokkal működő elektronikus szabályzó rendszereket alkalmaznak, amelyek közvetlenül a kormánysszervekre hatva korlátozzák a kitérést és csillapítják a nemkívánatos lengéseket [4].

### 3.1.2. Infravörös tartományú érzékelés

A látható fény egyik „szomszédja” az infravörös hullámok tartománya, amely egyre több alkalmazásban kap fontos szerepet. A hő érzékelése a bőrünk segítségével, természetes úton – a tárgyak, közeg érintésével – megvalósítható. A hő kép megjelenítésére egy segédeszközt, termo kamerát kell igénybe vennünk, amely a látható fény tartományán kívüli hőhullámokat a szemünk által érzékelhető képpé átalakítja. Utóbbi olyan, az ember számára szabad szemmel nem látható információkat hordoz, amelyek ha rendelkezésre állnak, számos területen (építészet, gépek üzemeltetése, környezetvédelem, gyógyítás stb.), amellyel megalapozottabb döntések hozhatók [4]. Katasztrófavédelmi felderítés során alkalmazott drón felvételét mutatja az (1. ábra).



1. ábra Egy drónra szerelt hőkamera tárja fel, hogy a lángok, hogyan koncentrálódnak egy égő ház belsejében [5]

### 3.1.3. Multi- és hiperspektrális érzékelés

A látható fény tartományt meghaladó multi- és hiperspektrális légi távérzékelés eszközeit egyre többet használják a pilóta nélküli légi járművek fedélzetén is a felszíni és felszín közeli jelenségek követésére – mint a katasztrófák hatásterületének felderítésére, káros anyag kibocsátás feltérképezésére, a mezőgazdasági kártételek meghatározására [4].

A multispektrális felvételeken legalább négy színcsatornát – három látható és egy infravörös tartományban felvett – értékelnek. Hiperspektrális képalkotáshoz általában a teljes optikai sávban végeznek vizsgálatokat. A magasabb csatornaszámú, de keskenyebb hullám-hosszú mérőrendszer jobb spektrális felbontást eredményez [6].

A hiperspektrális technológiát számos tudományterület alkalmazza – a műholdas felvételektől a mikroszkopikus méretű tárgyak vizsgálatáig. Közvetlenül érzékelhető a segítségükkel például a környezetszennyezés – pl.: kőolaj vezetékek meghibásodása esetén – de közvetetten is meghatározható, pl. a nehézfémek jelenléte a fedő növényzet elváltozásából. Hasonló módon árulkodnak a városi növények a létüket fenyegető veszélyekről – ami a hiperspektrális képeken pontosan követhető. A talajösszetétel – humusztartalom – de a parlagfű terjedési tendenciái is sikerrel felderíthetők a légi felvételek segítségével [4].

Az egyre fejlődő képalkotó spektrométerek szélesedő választéka célozza meg a pilóta nélküli légi járműveket. A berendezések mezőgazdasági-, tengerészeti és környezetvédelmi alkalmazásai sorra bizonyítják az eszközök és az eljárások alkalmasságát [7];[8];[9]. Mindezekon kívül a védelmi szférában [10], a mesterséges tárgyak, álcázott objektumok felderítésére, a változások követésére is eredményesen használhatók [11].

### 3.1.4. Fotogrammetria

A fotogrammetria a fényképről vett méretekből határozza meg a vizsgált objektum kiterjedését. Az alkalmazott kamrák által előállított kameraképekből – ortofotókból – tudja előállítani a háromdimenziós megjelenítéshez szükséges „sztereo” térképet. A földi épületek, erdő területek, bányák stb. kiterjedését – vízszintes és függőleges méreteit – a légi-, vagy űrfelvételek feldolgozása során határozzák meg. A korábbi analóg – többnyire film alapú hordozókon – rögzített képekről az optikai-mechanikai elemekből felépített kiértékelő műszerekben 5–10 m-es pontosságot lehetett elérni. Az analitikus eljárással ez a pontosság már 3–5 m-re javítható. A korszerű, digitális képanyaghoz speciális sztereolátást biztosító megjelenítőket fejlesztettek, a kiértékelést célszoftverek segítik. A feldolgozás gyorsasága és pontossága jelentősen megnőtt [4] (2. ábra).

Számos tanulmány és kísérlet alapján kijelenthető, hogy a pilóta nélküli légi járművekkel a fotogrammetriai mérések is sokkal kisebb anyagi és humán ráfordítással végezhetők el [12], [13].



2. ábra Egy bányá területének méretpontos 3D-s képe [10]

### 3.2. Meteorológiai érzékelők

A pilóta nélküli repülőgépek igénybe vehetők kis költséggel és rugalmas időbeosztással a meteorológiai mérőeszközök megfelelő légtérbe juttatására, ahol az előírt koordináták alapján, annak különböző magasságú rétegeiben és szektoraiban a fedélzetén elhelyezett érzékelőket aktiválva, begyűjtik a szükséges adatokat. Bármilyen látási viszonyok között működtethetők, mivel repülés közben a tájékozódáshoz nem kell vizuális információ. Akkor is alkalmazható, amikor a pilóta vezette repülőgépek csak korlátozással, vagy egyáltalán nem repülhetnek. A meteorológiai mérések – amennyiben nem napszakhoz kötöttek – akár éjjel, teljes sötétben is elvégezhetők, csökkentve ezzel a légterek nappali leterheltségét [4].

### 3.3. Levegőminőségi szenzorok

Számos kutatás foglalkozik a különböző levegőminőségi szenzorok alkalmazásának lehetőségeivel civil drónokon. A következőkben felsorolunk pár érzékelőt, amit nem csak a környezet-védelem, hanem akár a katasztrófavédelemben is használhatnak veszélyes anyagokkal kapcsolatos balesetknél:

- MQ-135 – mérhető paraméterek:  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_x$ , alkohol, benzol, füst és  $\text{CO}_2$ ,
- Figaro TGS2600 – mérhető paraméterek: metán, CO, etanol, hidrogén és izobután,
- Figaro TGS2602 – mérhető paraméterek: ammónia, hidrogén-szulfid, toluol, etanol és hidrogén,
- MQ-7 – mérhető paraméter: CO,
- Figaro TGS2442 – mérhető paraméter: CO,
- SparkFun 13683 - páratartalom és hőmérséklet,
- SparkFun 12758 - elektromos mikrofon [14].

A felsorolt szenzorok tömege kb. 2g és akár mindet el is bírja például a DJI Phantom drón.

## Összegzés

Az már most is jól látható, hogy a drónok elterjedésének elképesztő hatása van és lesz a különböző területeken végzett tevékenységekre. Az elterjedését és használatát leginkább az internet vagy a mobiltelefonok térhódításához lehetne hasonlítani. A repülőgépekhez és helikopterekhez viszonyított alacsony beruházási és üzemeltetési költségük révén ma már egyre szélesebb körben alkalmazzák a környezet-, katasztrófa-védelem és humánbiztonsághoz kapcsolódó területeken. Nem csupán a nagy kiterjedésű szabadtéri tüzeknél, műszaki mentésnél, megrongálódott épületszerkezet átvizsgálásánál, a tűzvizsgálati helyszíni szemle során, veszélyes anyagok jelenlétében történő felderítésnél, árvízi védművek ellenőrzésénél, nehezen megközelíthető területeken eltűnt személyek keresésénél, vagy akár egy baleseti helyszínt hatékony vizsgálatokor is bevethető. Reményeink szerint a minél hamarabbi jövőben Magyarországon is rendszeresítésre kerülnek a drónok egyre több területen.

## Köszönetnyilvánítás

A kutatómunka a Miskolci Egyetemen működő Alkalmazott Földtudományi Kutatóintézet GINOP-2.3.2-15-2016-00010 jelű „Földi energiaforrások hasznosításához kapcsolódó hatékonyság növelő mérnöki eljárások fejlesztése” projektjének részeként – a Széchenyi 2020 program keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Strukturális és Beruházási Alapok társfinanszírozásával valósul meg.

## Hivatkozások

- [1] Taylor E (2011): *Awareness, understanding and experiences of CCTV amongst teachers and pupils in three UK schools*. Inf Polity 16 pp.303–318
- [2] Custers, B. (2016): *The Future of Drone Use*. T.M.C. Information Technology and Law Series, Vol 27. Asser Press,
- [3] Kreps, S. (2016): *Drones - What everyone needs to know*. Oxford University Press, ISBN 978-0-19-023534-5, pp 106-164
- [4] Palik M. (2013): *Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek* (Második javított kiadás). Nemzeti Közszolgálati Egyetem, pp. 1-323
- [5] <https://www.kqed.org/science/1220591/heat-seeking-drones-could-reduce-fire-deaths> 2019. 3. 29.
- [6] <https://hunagi8.blogspot.com/2010/10/egy-uj-magyar-fejlesztet.html> 2019. 03. 30.
- [7] Taylor-Smith, K. (2018): *The Role Drones Play in Protecting the Environment*. AZOCLEANTECH, <https://www.azocleantech.com/article.aspx?ArticleID=791> 2019. 03. 30.
- [8] Patay I., Montvajszki M. (2016): *Drónok a mezőgazdaságban*. Mezőgazdasági Technika, 2016. február, pp
- [9] Saari H., Pellikka, I., Pesonen, L., Tuominen, S., Heikkilä, J., Holmlund, C., Mäkynen, J., Ojala, K., Antila, T. (2011): *Unmanned Aerial Vehicle (UAV) operated spectral camera system for forest and agriculture applications*. Proceedings Volume 8174, Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology XIII; 81740H (2011)

- [10] Balogh E. (2017a): *Drónok és azok alkalmazási lehetősége a „tűzoltásban”!* Előadás: BAZ Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, Miskolc, 2017. 03. 28.
- [11] Wolf, H. G. (2017): *Drones - Safety Risk Management for the Next Evolution of Flight*. Taylor & Francis Group. ISBN: 978-1-315-47141-9. pp. 1-183.
- [12] Eisenbeiß H. (2009): *UAV Photogrammetry*. Dissertation Institut für Geodäsie und Photogrammetrie Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich, ISBN 978-3-906467-86-3, pp 95-174.
- [13] Yooa, C. I., Ohb, T. S. (2016): *Beach Volume change using UAV photogrammetry songjung Beach, Korea*. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and 93 Spatial Information Sciences, Volume XLI-B8, 2016 XXIII ISPRS Congress, 12–19 July 2016, Prague, Czech Republic. pp 1201-1205. Zain M, Hussin AK, Ganraj D (2001) An ultralight helicopter for rice farmers. Universiti Teknologi MARA
- [14] Sørensen, L. Y., Jacobsen, T. J., Hansen, J. P. (2017): *Low Cost and Flexible UAV Deployment of Sensors*. Sensors 17(1):154 DOI: 10.3390/s17010154, pp 1-13