

Restás Ágoston<sup>1</sup> – Dudás Zoltán<sup>2</sup>

## AZ UAV KATASZTRÓFAVÉDELMI ALKALMAZÁSÁNAK SAJÁTOS- SÁGAI ÉS HUMÁN FELTÉTELEI<sup>3</sup>

*A légközlekedésben a pilóta nélküli repülőgépek (UAV) alkalmazása egyre inkább előtérbe kerül. A katonai és civil alkalmazások között megjelennek a katasztrófavédelmi alkalmazások is, amelyek jellegükben újabb sajátosságokat hordoznak. Ez részben magán viseli a katonai és civil alkalmazások egyes jegyeit, de tartalmaz kifejezetten katasztrófa-specifikus jegyeket is. A repülés biztonsága és a katasztrófavédelmi feladatok sikeres végrehajtása érdekében célszerű ezek áttekintése, de nem csak a speciális alkalmazás sajátosságai, hanem a humán aspektus oldaláról is. A cikk a Magyarországon figyelembe vehető kockázatokkal számolva 5 különböző katasztrófavédelmi alkalmazás lehetőségét vizsgálja meg, így a nukleáris baleset, a veszélyes anyag szabadba jutása, árvíz, földrengés és erdőtűz vonatkozásait.*

### **HUMAN ASPECTS AND SPECIAL FEATURES OF UAV USE SUPPORTING DISASTER MANGEMENT**

*Among the participants of air traffic the roll of unmanned aerial vehicles (UAVs) becomes more and more powerful. On half way between military and civil uses of UAVs appears also a relatively new one, which is a special featured UAV application focusing on supporting disaster management. Features of these application look like partly military, partly civil, however having also own disaster-specific features. For ensuring both flight safety and successful management it is useful looking through not just the special features of UAV operation supporting disaster management, but also human aspects. This article targets 5 different types of possible disasters in Hungary, like nuclear accidents, dangerous material releases, floods, earthquakes and forest fires.*

## BEVEZETÉS

Az UAV-k alkalmazásának egyre szélesebb körű elterjedése, vagy az arra való szándék és kezdeményezés ma már egyre inkább nyilvánvaló és kézzelfogható. Az erre való hatékony felkészülés azt indokolja, hogy a repülés biztonságának szem előtt tartásával ez a téma minél szélesebb körben kutatásra, vizsgálatra kerüljön. E kutatás, vizsgálat része, hogy az UAV repülésekkel kapcsolatos humán tényezők szerepe is a fókuszba kerüljön. Az UAV repülések civil alkalmazása során nyilvánvalóan felmerül, hogy olyan helyzetekben, amikor az emberek közvetlen életét, értékeit veszély fenyegeti, lehet-e, célszerű-e azokat alkalmazni. Mivel katasztrófa esetén a rendelkezésre álló erőforrások mindig szűkösek, ezért az UAV-k képességeinek, mint egy új, eddig még nem alkalmazott eszköznek a lehetőségeit mindenképpen célszerű kihasználni.

A kérdéskör vizsgálata azért is indokolt, mert ma már több nemzetközi példát, de hazai kez-

<sup>1</sup> PhD, egyetemi docens, tanszékvezető, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katasztrófavédelmi Intézet Tűzvédelmi és Mentésirányítási Tanszék, restas.agoston@uni-nke.hu

<sup>2</sup> PhD, a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001. sz. pályázat, "Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások" Adatintegráció alprogram, A pilóta nélküli légi járművek alkalmazásának humán aspektusból történő vizsgálata c. kiemelt kutatási terület vezetője, dudas.zoltan@uni-nke.hu

<sup>3</sup> Lektorálta: Prof. Dr. Makkay Imre, egyetemi tanár, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Repülő Tanszék, makkay.imre@uni-nke.hu

deményezést is találunk a katasztrófa, vagy katasztrófa jellegű események UAV repülésekkel történő támogatására. Az egyre bővülő alkalmazás a repülés biztonságának kérdését is felveti, amely során az UAV repülések humán tényezőit is meg kell vizsgálni. A cikk arra vállalkozik, hogy ezt a témakört, vagyis az UAV-k katasztrófáknál történő alkalmazásának lehetőségeit, sajátosságait és humán tényezőit vizsgálja.

## FOGALMI MEGHATÁROZÁSOK ÉS A KATASZTRÓFÁK FELOSZTÁSA

### Fogalmi meghatározások

A témakör elején – nem részletezve a különböző fogalmi meghatározások körülményeit, – mindenképpen célszerű egy-egy rövid meghatározást adni mind az UAV, mind a katasztrófa fogalmára.

#### *Az UAV fogalma*

A téma vizsgálatának kezdetén célszerű az alapvető, ide vonatkozó fogalmakkal is megismerkednünk; elsőként az UAV fogalmát szükséges tisztázni. Mint általában a fogalmak meghatározásánál, szakirodalomtól függően számos meghatározással találkozhatunk. Így, a viszonylag részletesen leírt jellemzőktől kezdve a kisméretű UAV-k azon egyszerű szűkítéséig, miszerint azok olyan modell repülőgépek, amelyek munkavégzésre alkalmasak (Restás, 2007). A cikk szempontjából a TÁMOP pályázat, Kiemelt kutatási területének saját eredményekre alapozott fogalmát értelmezzük, amely szerint az *UAV olyan saját erőforrással ellátott, a fedélzetén pilótát nem szállító repülőeszköz, amely autonóm, vagy távolról irányított módon képes aerodinamikai elvek alapján repülni és fedélzetén hasznosnak nevezett terhet szállítani.*



1. ábra UAV-k katasztrófavédelmi alkalmazása stratégiai (Ikhana) és operatív feladatokra (Fenix)

#### *A katasztrófa fogalma*

A katasztrófa fogalmára szakirodalomtól függően szintén többféle meghatározást találunk. Ezek felsorolása nyilván túllépné a cikk kereteit, azonban valamennyi közös vonásaként elfogadható a Magyar Értelmező Kéziszótár meghatározása, amely alapján a katasztrófa „*nagyarányú szerencsétlenség, (sors-) csapás*”<sup>4</sup>.

A katasztrófa magyar fogalmának jogi meghatározása a 2011. évi CXXVIII. törvény<sup>5</sup> alapján

<sup>4</sup> Magyar Értelmező Kéziszótár

<sup>5</sup> 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról.

a következő:

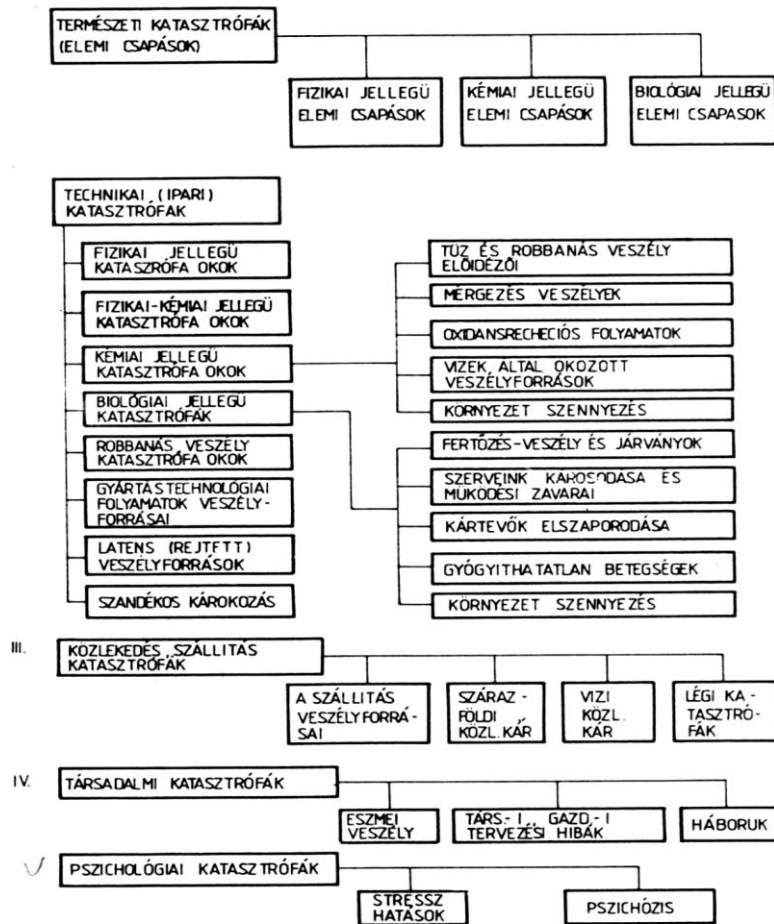
*„... a veszélyhelyzet kihirdetésére alkalmas, illetve e helyzet kihirdetését el nem érő mértékű olyan állapot vagy helyzet, amely emberek életét, egészségét, anyagi értékeiket, a lakosság alapvető ellátását, a természeti környezetet, a természeti értékeket olyan módon vagy mértékben veszélyezteti, károsítja, hogy a kár megelőzése, elhárítása vagy a következmények felszámolása meghaladja az erre rendelt szervezetek előírt együttműködési rendben történő védekezési lehetőségeit, és különleges intézkedések bevezetését, valamint az önkormányzatok és az állami szervek folyamatos és szigorúan összehangolt együttműködését, illetve nemzetközi segítség igénybevételét igényli.”*

A fenti fogalom meghatározásából egyértelműen kitűnik, hogy a katasztrófák elleni védekezéshez rendelkezésre álló erőforrások szűkösek. Logikailag ezért bármely olyan erőforrás, amely képes segítséget nyújtani a beavatkozás során, hatékonyabbá teszi a katasztrófák elleni megelőzést, a védekezést és a következmények felszámolását. A fentiek alapján az UAV-k alkalmazási lehetőségeinek, mint eddig még nem alkalmazott, de újszerű eszközöknek a körülményekre vonatkozó vizsgálata előnyös és célszerű.

### **A katasztrófák felosztása**

A katasztrófák felosztására – az alkalmazott szakirodalomtól függően – ismételten számos megoldást találunk. Ezek lehetnek egy, vagy több szempontúak (pl. a kiterjedés nagysága szerint: kicsi vagy nagy), nevesítettek (pl. árvizek, földrengések), de több tényező egyidejű figyelembe vételével akár komplexek is (2. ábra).

A fenti táblázat alapján látható, hogy megannyi lehetőségünk adódik a katasztrófák felosztására. A témakörnek a táblázat külön elemei szerinti vizsgálata azonban olyan sokrétű lenne, hogy az bizonyosan nem az eredeti célkitűzést, vagyis az UAV-k katasztrófaénál történő alkalmazásainak sajátosságait kristályosítaná ki, – megítélésem alapján – sokkal inkább egy kusza, átláthatatlan ismeretanyagot adna. A fentiek miatt a kutatás további részében a Magyarországon számottevően számításba vehető veszélyeztetettség szerinti katasztrófákkal, azok nevesített formáival kívánok foglalkozni. Ezzel egyrészt a pályázat nyújtotta keretek közé szűkítem a vizsgálatot, de mégsem zárom ki annak lehetőségét, hogy a kapott eredmények a katasztrófák szélesebb csoportjára is adaptálhatóvá váljanak.



2. ábra A katasztrófák felosztása különböző szempontok alapján (Nagy-Halász, 2002)

## Az UAV-k alkalmazásának felosztása katasztrófavédelmi szempontból

Az UAV katasztrófavédelmi alkalmazásának, sajátosságainak vizsgálatát valamilyen módszer szerint szükséges megvizsgálni. Ezekhez alapvetően a következők vehetők:

- a katasztrófák lefolyásának időrendi strukturálása;
- egyes katasztrófák nevesítése és annak alapján a sajátosságai;
- a beavatkozás és irányítás szintjének strukturálásával;
- más, tipikus UAV alkalmazásokkal történő összehasonlítás;
- az alkalmazásra kerülő UAV jellegzetességeivel.

A fentiek egymástól függővé tétele egy több dimenziós vizsgálati teret alkot, amelynek részletes vizsgálata kusza és a projekt keretein túlmutató is lenne. Egyszerűbb mátrixok azonban alkothatók, így pl. a legelemibb időbeli strukturálással a nevesített katasztrófaéknál az UAV alkalmazások történhetnek az esemény bekövetkezése előtt, a bekövetkezést követően azonnal, valamint az esemény után. Mindezekben túlmenően az alkalmazások fókuszálhatnak az operatív, a taktikai, valamint a stratégiai tevékenységek támogatására is.

Nukleáris katasztrófa		Előtte	Közben	Utána
	Operatív		x	x
	Taktikai	x	x	
	Stratégiai		x	x
Veszélyes anyag katasztrófa		Előtte	Közben	Utána
	Operatív	x	x	x
	Taktikai		x	
	Stratégiai			
Árvíz		Előtte	Közben	Utána
	Operatív		x	
	Taktikai	x	x	x
	Stratégiai			x
Földrengés		Előtte	Közben	Utána
	Operatív		x	x
	Taktikai		x	x
	Stratégiai			
Erdőtűz		Előtte	Közben	Utána
	Operatív		x	x
	Taktikai	x	x	
	Stratégiai	x		

3. ábra UAV alkalmazások lehetőségei mátrixban, néhány nevesített katasztrófa esetén.

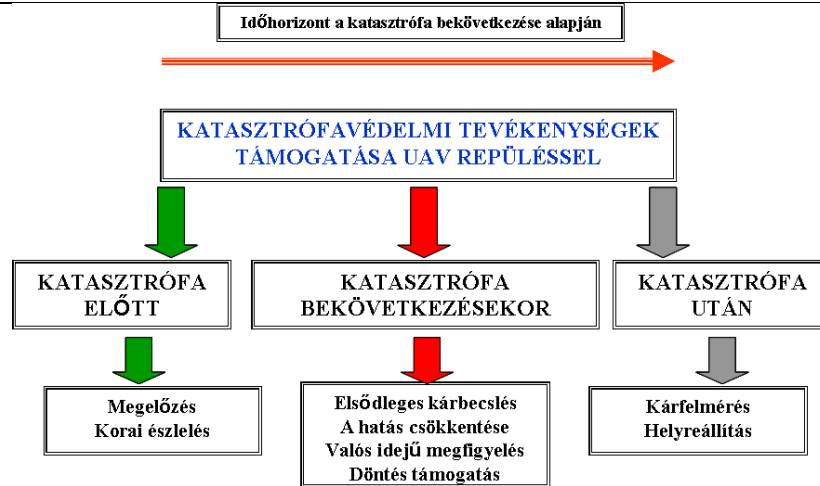
A táblázatban szereplő alkalmazási lehetőségek részletes kidolgozása egyelőre még csak az erdőtűz esetében valósult meg (Restás, 2012), így a megadott értékeknek („x” jelölés) a többsége a saját *szakértői becslés módszerének* az elvén alapszik.

### A katasztrófák időbeli lefolyása

A jogi megfogalmazás alapján kitűnik, hogy a katasztrófák elleni védekezés időben jól elhatárolható részekre bontható: a katasztrófa bekövetkezése előtti megelőzési és a katasztrófaveszély időszakára, a katasztrófa bekövetkezése utáni közvetlen időszakra, mint a beavatkozás és védekezés időszakára, valamint a beavatkozási tevékenység utáni időszakra, vagyis a következmények felszámolásának, a helyreállítás idejére.

A lehető legegyszerűbb időrendi felosztást a fentiek alapján követve az UAV alkalmazások történhetnek:

- a katasztrófa bekövetkezése előtt;
- a katasztrófák bekövetkezése után annak lefolyása során;
- a katasztrófáknál történő elsődleges beavatkozás után.



4. ábra A katasztrófavédelmi tevékenységek UAV repüléssel történő támogatásának időrendi felosztása.

### A katasztrófa bekövetkezését megelőző időszak

A katasztrófák bekövetkezése előtti tevékenység alapvetően két feladatra korlátozódhat. Az egyikben feltételezhető, hogy a katasztrófa kialakulására befolyással vagyunk, tehát annak elkerülése érdekében az UAV repülésekkel ún. *megelőző* tevékenységet folytatunk. Ilyen tevékenység lehet pl. a megfelelő szabályok betartásának légi megfigyeléssel történő ellenőrzése. Tipikusan ilyen feladat a veszélyes anyagokkal kapcsolatos szállítási és ipari (előállítás, raktározás stb.) tevékenységek hatósági ellenőrzésének támogatása a levegőből. A jelenlegi hatósági ellenőrző tevékenység meghatározott időben történő, helyszíni bejárásra alapozott ellenőrzést jelent, ám a levegőből történő ellenőrzések minőségileg javíthatnak az objektív megítélés hatékonyságán. Egyrészt a légi megfigyelés véletlenszerű alkalmazása váratlan lehet, így objektív képet tud adni az ellenőrzésmentes napok valós gyakorlatáról; másrészt ez az ellenőrzési mód nem zavarja a tevékenység folytatását sem. Ilyen ellenőrzés lehet, az ún. SEVESO üzemegységek levegőből történő időszakonkénti megfigyelése. Ennek lehetősége bizonyosan pozitív hatást lenne képes gyakorolni az esetleges jogellenes ipari tevékenységek csökkentésére, megszüntetésére.

A másik, a katasztrófák bekövetkezése előtti feladat magának a katasztrófa kialakulásának a gyors észlelésében, hatásának és kiterjedésének megakadályozásában nyújt segítséget, illetve foglalhatja azt magában. Ez egy bizonyos esemény kockázatának növekedésével, egy előre meghatározott küszöbérték elérésekor, meghaladásakor kerülhet előtérbe. Ennek során, pl. az UAV légi őrjáratozásával igyekszünk a korai észlelés által segítséget nyújtani az esemény kiteljesedésének megakadályozásában. Erre tipikus példa lehet a száraz időszakokban az erdőtüzek korai észlelését lehetővé tevő légi őrjáratozás.

Ez utóbbi feladat értékelésénél meg kell jegyezni, hogy a légi őrjáratozás – meggyőződésem alapján – már önmagában is visszatartó erőt jelenthet a tilalom alá eső területeken történő illegális tüzgyújtástól, tehát akár valós megelőző tevékenységként is értékelhető, másrészt észre kell venni, hogy a feladat teljesülése, vagyis a katasztrófa korai detektálása már átmenetet is jelent a megelőző tevékenység és az aktív beavatkozási feladat között.

### *A katasztrófa bekövetkezését követő közvetlen időszak*

A katasztrófák bekövetkezése utáni UAV repülések a keletkezett helyzet kezelését, elsősorban a menedzsment döntési folyamatainak elősegítését célozhatja. A döntési mechanizmus több irányú lehet, korlátozódhat csak a helyzet gyors értékelésére, de akár az UAV repülések mentésben való alkalmazásának aktív igénybe vételére is (Stuber et al. 2009). A fentiekből következik, hogy az UAV repülések olyan mennyiségű és minőségű információt szolgáltatnak, amelyek egyéb, nem légi úton szerzett információkkal összehasonlítva minőségileg képesek javítani a menedzsment korábbi döntési mechanizmusát. Az UAV repülésekkel biztosított információszolgáltatás célja lehet a hirtelen bekövetkezett katasztrófa hatásának elsődleges, gyors felmérése, vagy az aktív mentési, kárenyhítési feladatok valós idejű segítése, megfigyelése vagy koordinálása, összességében a menedzsment döntési folyamatainak elősegítése és támogatása.

### *A helyreállítási időszak*

A katasztrófák mentési, kárenyhítési feladatainak befejezését követően az UAV repülések a társadalmi tevékenységek minél korábbi normál mederbe terelésének elősegítését és a helyreállítási tevékenységeket segíthetik. Az utóbbi, a keletkezett károk pontos felmérésére, a helyreállítást segítő, tervező munkák segítésére vonatkozik.

A hosszabb távú helyreállítási munkákban való részvétel hatékonyságának megítélése már inkább gazdaságossági alapokon történhet. Ennek az lehet az alapja, hogy az UAV repülések költsége alacsonyabb a személyzettel repülő repülőgépektől, esetleg rugalmasságban vagy egyéb módon összehasonlítva előnyösebb, mint más eszközök igénybevétele.

## HUMÁN TÉNYEZŐK KATASZTRÓFA-SPECIFIKUS FELOSZTÁSBAN

A cikk e fejezete nevesít néhány, Magyarországon számításba jöhető katasztrófát, illetve megvizsgálja ezeket az UAV alkalmazás taktikai és humán aspektusából. Ezek:

- nukleáris katasztrófa (baleset);
- veszélyes anyag szabadba jutása;
- árvizek;
- földrengés;
- nagykiterjedésű erdőtüzek.

### **Nukleáris baleset**

#### *A katasztrófa bekövetkezését megelőző időszak*

A nukleáris energia alkalmazásának érzékeny megítélése miatt az esemény bekövetkezése előtti időszakra terminológiánkban a baleset (katasztrófa) nélküliség szóhasználatát alkalmazzuk. A feltételezés alapján ez a fajta UAV repülés maga a nukleáris energiát előállító atomerőmű, a működés szabályszerűségét ellenőrizni hivatott hatóságok és a szubjektív biztonságot is nyújtani kívánó civil kontrol részéről kerül végrehajtásra.

A feladat végrehajtása során elsődlegesen az erőmű által okozott többlet sugárterhelés mérőműszeres ellenőrzésére kerül sor. Az UAV repülés mind időszzerűségét, mind jellegzetességét tekintve (repülés magassága, útvonala, le-, és felszállóhelyek, személyzet, stb.) nyilvánvalóan

jól tervezhető. A feladat a sajátosságok ellenére – elsősorban a jól tervezhetősége miatt - nem tekinthető katasztrófa jellegűnek, így a fentiek alapján, a humán tényezők szerepe is az általános UAV repülésekével jellegében azonosnak ítélnélhető.

### ***A katasztrófa bekövetkezését követő közvetlen időszak***

A feladat nagyon speciális, a feltételezett sugárszennyezés területi és időbeli kihatása miatt komoly felelősséget hárít az UAV pilótákra. Az UAV repülések ilyen helyzetekben már önmagukban is előnyösek, hiszen a légi felderítés és valós idejű beavatkozás követés nem megkerülhető. Ezt az eddig bekövetkezett katasztrófák (Csernobil, Fukusima) köztudomásúan már bizonyították. Azzal, hogy a személyzettel a fedélzeten végrehajtott repülések, légi felderítések egy része bizonyosan kiváltható az UAV repülésekkel, a sugárzás hatásának kényszerűen kitett személyek számát már csökkenti (pilóták).



5. ábra A Fukushima-i erőmű robbanása távolról és hatása közlelről

A fentiek természetesen azt feltételezik, hogy a repülések indítása és érkeztetése, vagyis a fel-, és leszállóhelyek távolsága a sugárzás szempontjából már megfelelően távol lesz, vagy védve van. Itt feltételezzük, hogy a földi irányító állomás, valamint a fel-, és leszállóhelyek földrajzilag azonos helyen találhatóak, ami persze az eset jellegétől, valamint az alkalmazott UAV-tól függően akár teljesen el is különülhet.

A fentiek ellenére figyelembe kell venni, hogy a pilóták szennyeződéstől való távol tartása, vagyis az UAV pilóták alkalmazása nem jelent védelmet magára az UAV-ra, vagyis az legalább olyan szennyezett lesz, mint amilyen hagyományos alkalmazás (személyzettel repülő repülőgép) esetben lenne. Ezt, humán szempontból, mint másodlagos veszélyforrást kell figyelembe venni nem csak a pilóták, de a repülést kiszolgálók részéről is.

A feladat végrehajtása térben folyamatosan terjeszkedő, időben bizonyosan elhúzódó, hetekig, akár hónapokig (Fukushima) is eltarthat. Az UAV pilóták, illetve a feladatban részvevő személyzet folyamatos cseréje elengedhetetlen, ennek ellenére a monotóniából adódó fáradtság, kimerülés az egyik leginkább veszélyeztető tényező. A kezdeti időben a keletkezett károokra, a szennyeződés mértékének mielőbbi megállapítására, stb. vonatkozó információ-éhség miatt a kár csökkentést, felszámolást irányító menedzsment részéről a pilóták bizonyosan ki lesznek téve az időnyomás hatásának. A „*minél gyorsabban és minél többet repülés*” elve bár kerülendő, a döntéshozók részéről itt érthető elvárás.

Az esetleges tehetetlenség, vagy a repülések eredményességével sem elősegíthető hatékonyság növekedés a felszámolás, kárenyhítés során az UAV pilóták esetében is frusztrációhoz



vezethet. További frusztrációhoz vezető tényezőként értékelhető a lerombolt, élettelen terület látványa és esetleg a tovább romló helyzet folyamatos nyomon követése.

A feladat fentiekben már megfogalmazott jellegzetessége, hogy a repülés sugárszennyezett terület fölött kerül végrehajtásra; ennek kockázatai a fel-, és leszállóhely kiválasztásával, valamint a szakszerű mentesítéssel megoldhatók, ill. megengedhető mértékűre csökkenthetők. Az adott helyzet függvényében bizonyos az UAV-k élettartamának (nem repüléstechnikai, vagy kiszolgálási hiányosságokból adódó) drasztikus csökkenése, de szélsőséges esetben felmerülhet akár az *egyszer használatos* megoldás alkalmazása is.



6. ábra A Fukushimánál alkalmazott UAV, valamint a sugárszennyezés mértéke röviddel a robbanás után

### *A helyreállítás időszaka*

A feladat jellegét tekintve kettős: egyrészt bizonyosan sugárszennyezett terület fölött is kell repülni, másrészt időben már tervezhető feladatról van szó. A sugárszennyezett terület fölötti repülés problémája - a fentiek szerint - itt is a fel-, és leszállóhely, valamint a szakszerű mentesítéssel kezelhető. Az időbeni tervezhetőség lehetősége az UAV repülés katasztrófa jellegét drasztikusan csökkenti, inkább ellenőrzési, felügyeleti, a helyreállítást segítő repülésekről lehet szó. A fentiek következtében a humán tényezők katasztrófa-specifikus jellegzetességei is eltűnnek, többnyire az általános repülési szabályok alkalmazásával kezelhetők.

### **Veszélyes anyag szabadba jutása**

A veszélyes anyagok nem szándékolt szabadba jutásával együtt járó helyzet kezelésének UAV repülésekkel való támogatása egyes elemeiben összevethető a nukleáris balesetnél tapasztaltakkal.

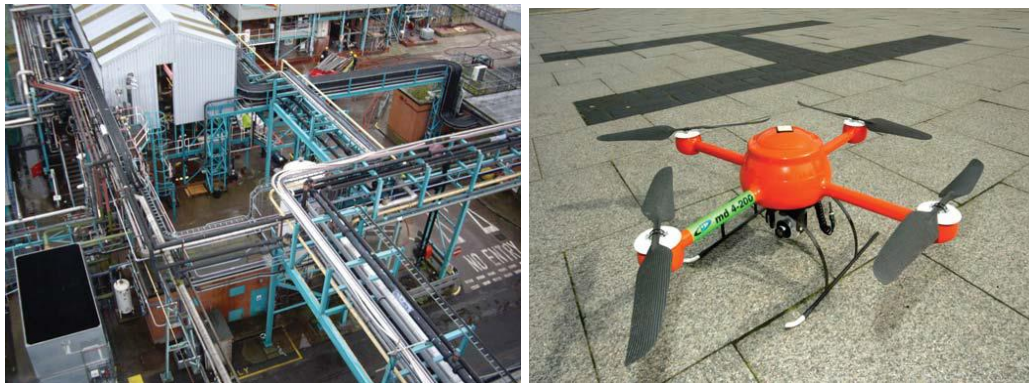
### *A katasztrófa bekövetkezését megelőző időszak*

A baleset nélküliség időszakában végzett UAV repülések leginkább a hatóság ellenőrző tevékenységének elősegítésére, esetleg spontán végrehajtott környezetvédelmi célból történhet. A levegőből a hatóság részéről tervezhetően, az ellenőrzött részéről, mint szenvedő alany, ugyanez akár váratlanul is történhet. Az UAV repülés végrehajtása a megrendelő részéről előre tervezett, így fennálló veszélyeztetettség hiányában humán aspektusból vizsgálva jellegében nem katasztrófa-specifikus, az egyéb civil alkalmazásokkal összevethető.

### A katasztrófa bekövetkezését követő közvetlen időszak

Veszélyes anyagokkal kapcsolatos balesetknél az UAV repülésekkel megoldandó elsődleges feladat a kiáramló folyadék, vagy gáz fázisú anyagok terjedésének mielőbbi, pontos meghatározására irányul. Ezt a feladatot jelenleg a katasztrófavédelem speciális eszközparkjával lehet részlegesen megoldani (Katasztrófavédelmi Mobil Labor), amelynek jellegzetessége a viszonylagos helyhez kötöttség, illetve a 2 dimenziós képalkotás. Az UAV repülésekkel nagy területen, gyorsan és objektíven lehet 3 dimenziós képet, ún. *reológiai* görbéket kapni, amely nyilvánvalóan sokkal hatékonyabban képes támogatni a beavatkozást irányítók döntéseit.

A beavatkozás időszakában a fel-, és leszállás helye bizonyosan távolabb helyezkedik el a szennyezett területtől, így az UAV pilóták veszélyeztetettsége nem releváns. Humán tényezőket vizsgálva a katasztrófa súlyossága és időbeli elhúzódomása lesz meghatározó; kezdetben az információéhség miatti gyors felszállás okozta időnyomás, másrészt az esetlegesen elhúzódomó repülések hatásait vehetjük figyelembe. Feltételezhető, hogy esetleg csapdában maradt személyek felkutatására is sor kerülhet, ezért az UAV repülések kulcstényezővé is válhatnak az emberéletek mentésében. Ekkor előfordulhat, hogy ennek terhe az UAV pilóták számára nehezen viselhető, de ennek akár ellenkezője is, hogy ez motiváló tényezővé válik a sikeres feladat végrehajtáshoz. Ez utóbbi érdekében a képzést, a kiképzés színvonalát kell humán szempontból erősíteni.



7. ábra UAV valós alkalmazása vegyi üzem baleseténél. Forrás: West Midlands Fire Service (Mika, 2009)

### A katasztrófa-elhárítási tevékenységet követő időszak

A veszélyes anyagok okozta balesetek, katasztrófák elsődleges beavatkozási, kárfelszámolási feladatai után az UAV repülések ismételen jól tervezhetővé és a kényeszerű tehervállalás nélkülivé válnak. Ezért humán szempontból az egyéb civil alkalmazásokhoz hasonlítanak, katasztrófa-specifikus jellegüket elveszítik.

### Árvizek

Az árvizek – az ún. villámárvizek kivételével – tipikusan a lassan kialakuló katasztrófák csoportjába sorolhatók. Ennek lényege, hogy a jelenlegi korszerű meteorológiai előrejelzéseknek köszönhetően viszonylag korán, de bizonyosan több órával, esetleg néhány nappal a kritikus helyzet kialakulása előtt képesek lehetünk az árvízveszélyre felkészülni. Ezért az UAV-k árvizeknél történő alkalmazására is fel lehet készülni, azt tervezni lehet.

### *A katasztrófa bekövetkezését megelőző időszak*

Az árvizek elleni védekezés egyik kulcs tényezője a folyó medrének és a lefolyást biztosító ártereknek az akadálymentesítettsége, tisztasága, valamint az árteret övező gátak minősége és állapota. Az UAV repülésekkel légi megfigyelés útján rövid idő alatt nagy területek, hosszú folyószakaszok ellenőrizhetők. Ez a feladat mind időben, mind struktúráját tekintve jól tervezhető, így különösebb indoklás nélkül elfogadható, hogy humán tényező szempontjából egyéb polgári alkalmazásokkal összevetve nem jelent különösebb veszélyforrást.

### *A katasztrófa bekövetkezését követő közvetlen időszak*

Az árvízi védekezés során az UAV repülésekkel – elöntési modellek híján - nyomon lehet követni a már elöntött, valamint a vízszint emelkedésével várhatóan elöntésre kerülő területeket. Ezek alapján meghatározható melyek a veszélyeztetett területek, házak, mely területeken kell a védekezést erősíteni, vagy a kitelepítéseket megkezdeni. A feladat jellege kevésbé dinamikus, inkább lassan változó és bizonyosan egy irányba mutató. Az UAV repülések a fedélzetre installált berendezésektől függően potenciálisan alkalmasak lehetnek a víz nyomásának tartósan kitett gátak állapotának, teherbíró képességének meghatározására is. A módszer pontosságát (a bizonytalanság fokát) azonban jelentősen befolyásolja, hogy a gátak szerkezete, anyagának homogenitása nagyon változó, ami azonos kitétség (víz nyomás, átázottság foka) esetén is jelentős eltérést okozhat a teherbíró képesség fenntartásában. Az UAV repülések másik potenciális lehetősége az ún. buzgárok korai észlelése és ezáltal mielőbbi szakszerű kezelése. Ez utóbbi feladatot már egy viszonylag egyszerű hőkamerával is hatékonyan meg lehet oldani, míg az előzőhöz komoly technikai háttér, további fejlesztések és tesztlések szükségesek.



8. ábra A légi felvétel hatékonysága. Hiányzó gátszakasz felderítése a levegőből

Az árvízi védekezésnél kell megemlíteni az egyre szaporodó ún. villámárvizek jelenségével kapcsolatos feladatokat. A villámárvizek jelentősége a váratlanságukban rejlik, nagyon rövid idő alatt, viszonylag szűk területen igen nagy intenzitású csapadék, eső hullik, amelyet a meglévő árokrendszer nem képes elvezetni és hirtelen áradást, nagyon gyors elöntéseket eredményez. Az ellene való védekezés lehetősége korlátozott, az érintettek gyakran kerülnek csapda helyzetbe. Az UAV repülések ezeknek a csapdába került személyeknek a gyors felderítésében nyújthatnak hatékony segítséget.

Az árvizekkel kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy az UAV alkalmazásának kiszélesítésében jelentős erőfeszítések zajlanak a pusztán megfigyelési, információ-szolgáltatási feladatokon túlmutató, kifejezetten aktív feladat vállalásra is. Így, a bajba jutott személyek kimenekítését

esetleg már személy szállítására is alkalmas UAV-vel végeznék (Stuber-Restás 2009).

Az árvízi védekezés során végzett UAV repüléseknél figyelembe kell venni, hogy az esős időjárási viszonyok korlátozó szerepet játszhatnak. Ennek figyelemmegosztó, - elterelő hatása lehet, ezért az időjárás nyomon követése elengedhetetlen.

Humán tényező szempontjából az ún. villámárvizek egy dinamikus környezetben végrehajtott, viszonylag rövid ideig tartó, de mielőbbi felszállási kényszert jelentő repülést generál, amelyet esetenként kedvezőtlen időjárási viszonyok között kell megkezdeni. Ennek hatásai mindenképpen jelentős befolyást gyakorolnak a figyelemmegosztásra és a fáradtságra. Humán szempontból ez egy dinamikus és kifejezetten katasztrófa-specifikus hatás.

### *A védekezést követő időszak*

Az árvizek levonulását követően a gátak sokszor sérülést, állapotrosszabbodást szenvednek. Ezek felméréséhez (légi feltérképezéséhez), az UAV repülések hatékony segítséget nyújthatnak. Figyelembe véve, hogy az árvízi védekezést követő repülések körülményei nagyban hasonlítanak, megegyeznek a megelőző időszakban végzett repülés körülményeivel, vagyis mind időben, mind a feladat struktúráját tekintve jól tervezhető, így a humán tényezők szempontjából is hasonló helyzetet várhatunk, vagyis a feladat nem jelent különösebb veszélyforrást.



9. ábra Árvíz utáni felmérés az Aggteleki Nemzeti Park területén (Bodrogek, 2010) UAV segítségével

## **Földrengések**

### *A katasztrófa bekövetkezését megelőző időszak*

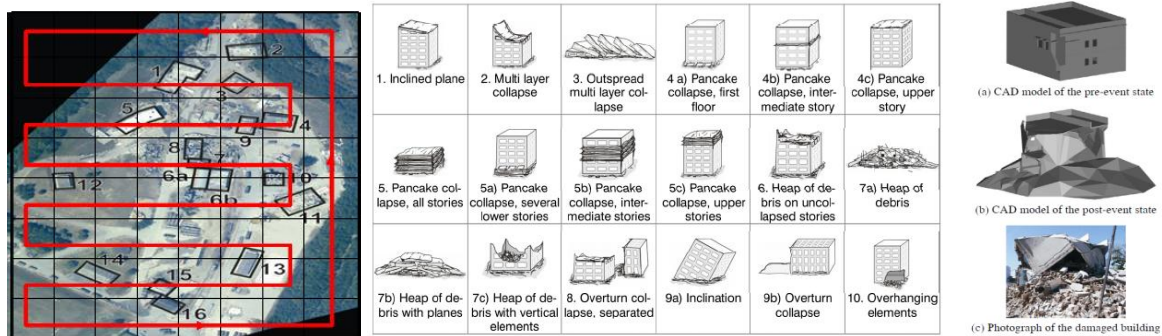
A földrengések tipikusan olyan katasztrófák, amelyek előrejelzése még nem megoldott, hirtelen, váratlanul történik. A rengés energiájától, az építkezési jellemzőktől, népsűrűségtől, technikai fejlettségtől függően óriási anyagi és emberi veszteségeket okozhat. Mivel a rengés kikapattanásának általánosan elfogadottan nincsenek észlelhető előjelei, ezért az UAV repülések alkalmazása sem tűnik célszerű megoldásnak. Így az UAV alkalmazásának vizsgálata földrengés előrejelzésére vonatkozó nem releváns.

### *A katasztrófa bekövetkezését követő közvetlen időszak*

A nagy energiával kipattanó földrengésekre jellemző, hogy óriási területeket érintve a lakóépületek összedőlnek és a bent tartózkodók közül számosan azonnal, vagy csapdába esve a sérülések, valamint az életfeltételek megszűnése miatt idővel áldozatul esnek. A sérültek helyzete a

fentiek alapján több féle lehet; a katasztrófavédelem számára a csapdába került, saját erejéből menekülni nem tudó érintettek kerülnek az elsődleges tevékenység középpontjába.

A területre sokszor jellemző, hogy a pusztítás miatt nem lehet közlekedni, a csapdába kerültek megközelítése nehéz. További probléma, hogy a helyszínen rendelkezésre álló erőforrások rendszerint szűkösek, emiatt azok optimális elosztása alapvetően meghatározza a beavatkozás hatékonyságát. A csapdába kerültek túlélési esélyei az idő múlásával drasztikusan csökkennek, így bármilyen eszköz, amely a felkutatásukat, vagy a kutatásukra rendelkezésre álló erőforrások alkalmazásának optimalizálását elősegíti, jelentősen javítja a mentés hatékonyságát. Az UAV repülés a rengés utáni gyors terület felmérésben, feltérképezésben, elsődleges kárbecslésben tud hatékony segítséget nyújtani. A terület feltérképezésével képesek vagyunk olyan 3 dimenziós képalkotásra, amely alapján eldönthető, hogy az épületek állapotától függően a csapdába esett személyeknek milyen túlélési esélyei vannak. Ezek alapján a rendelkezésre álló erőforrásokat a hatékonyság szempontjából optimalizálni lehet.



10. ábra UAV repülés földrengés sújtotta terület fölött. Repülési útvonal megtervezése, az épületek sérülésének osztályozása (Scweier és Markus, 2004), valamint 3 dimenziós képalkotás (Rehor, 2007)

A földrengéseknél történő UAV repülések szempontjából katasztrófa-specifikus jelenség, hogy a menedzsment részéről azonnali repülési igény merül fel. A személyzet számára ez váratlan feladat, ami az alkalmazott UAV típusától függően lehet nagy távolságból irányított stratégiai repülés, de a mentőcsapatok támogatására szolgáló operatív feladat is. A személyzet olyan terület fölött hajt végre repülést, ahol a pusztítás jelentős, így az azzal való szembesülés és a fölötte végzett pontos feladat végrehajtás kényszere bizonyosan jelentős terhelést jelent. Az adott terület fölött az UAV repülés lehet az első is, így az UAV személyzete akár elsőként is szembesülhet a pusztítás mértékével.

Kifejezetten katasztrófa-specifikus jelenségként értékelhető, hogy az érintett terület fölötti légtérben bizonyosan nem csak UAV repülések zajlanak. Ez az UAV személyzete részére harmonikus együttműködést és megfelelő kommunikáció fenntartását igényli. A közös légtérben való biztonságos elkülönítések, a kommunikáció folyamatos fenntartása és a koordináció figyelem-megosztást követelnek, így a pilóták a speciális feladat miatt bizonyosan gyorsabban fáradnak.

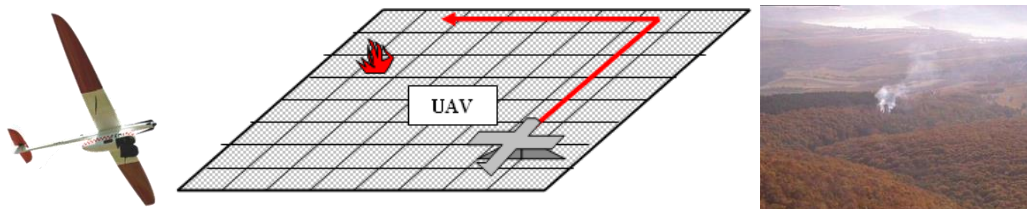
### A helyreállítás időszaka

Az elsődleges beavatkozások, mentési folyamatok befejezésével az UAV alkalmazása a romeltakarítást, helyreállítást segítheti. Ebből adódóan az alkalmazás helye és ideje jól tervezhető, így az UAV repülés elveszíti katasztrófa-specifikus jellegét, humán aspektusból közelít a civil alkalmazáshoz, további vizsgálata irreleváns.

## Erdőtüzek

### *A katasztrófa bekövetkezését megelőző időszak*

A katasztrófavédelmi alkalmazások közül az erdőtüzeknél történő UAV repülések taktikai elemei a leginkább kidolgozottak. A tűz keletkezése előtti időszakban történő őrjáratozással egyrészt – a jogellenes tevékenység észlelésének magas valószínűsége miatt – a megelőzés segíthető elő, másrészt a korai észleléssel lehetővé válik a tűzoltók gyors és szakszerű beavatkozása (Ambrosia, 2005). Az UAV tűzészlelésre történő stratégiai alkalmazására az Egyesült Államokban találunk példákat. (Ambrosia et al., 2006). Mivel a feladat az ún. *erdőtűz veszélyességi index* (FWI<sup>6</sup>) alapján jól tervezhető, ezért ez az alkalmazás is inkább az egyéb polgári alkalmazásokhoz hasonlítható és döntően mellőzi a katasztrófa-specifikus jellemzőket. Ettől függetlenül meg kell jegyezni, hogy a tűz észlelése egy hosszú ideig tartó, tehát monoton repülési eljárás közbeni véletlenszerű esemény (észlelés, „találat”), így ennek humán vonatkozását elsősorban a jó monotonia tűrés jellemzi.



11. ábra Operatív feladatra alkalmas UAV repülése, a légi őrjáratozás tervezése és valós tűzdetektálás a levegőből

### *A katasztrófa bekövetkezését követő közvetlen időszak*

A tűz frontvonalához érkeve a tűzoltók elsődleges feladata a felderítés, amely a hagyományos módszerek alapján gyalogosan történik. A tűz kiterjedésétől függően ez akár több 10 percet is igénybe vehet. Az operatív feladatra alkalmas UAV akár 5 percen belül is objektív képet adhat az érintett területről, illetve környezetéről (Restás, 2007). A beavatkozás során az UAV repülésekkel információt kaphatunk a frontvonal változásáról, a tűz intenzitásáról, a szél irányáról és erősségéről, az oltás dinamikájáról.

Az oltás során történő repülések humán vonatkozásai többrétűek. A beavatkozás megkezdése előtti információ-hiány miatt a mielőbbi felszállás lenne indokolt, ami a pilótákat időnyomás alatt tarthatja. A beavatkozás során történő UAV repülések során inkább a figyelemmegosztás problémája merülhet fel. A frontvonal helyzete az oltás során dinamikusan változik, aminek folyamatos nyomon követése esetleg elterelheti a figyelmet egyéb fontos tényezőkről, mint amilyen pl. a szélviszonyok változása, az ún. *röptüzek* keletkezése, vagy a körzetben folyó esetleges egyéb repülések.

A negatív hatások mellett a kedvező körülményeket is célszerű megemlíteni. Ezek közé tartozik, hogy kisebb kiterjedésű tüzeknél a nem erdőhöz kapcsolódó anyagi károkozás mérsékelte, vagy akár teljesen el is maradhat. Így az egyéb, korábban más katasztrófáknál már részletesen említett, a pusztító hatása által okozott pszichés terhelés, frusztráció erdőtüzeknél nem számottevő, de akár el is maradhat.

<sup>6</sup> FWI – Fire Weather Index



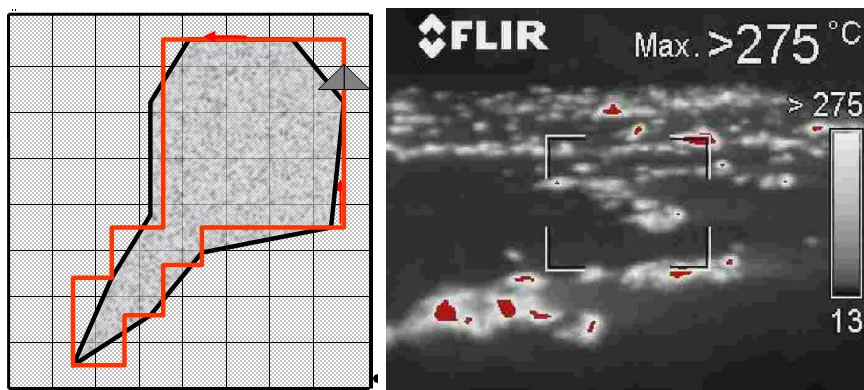
12. ábra Az UAV repülés előnyei: a tűz közvetlen közelről és „madártávlatból”.

A harmadik dimenzió hatékonysága

A fentiek alapján az erdőtüzeknél történő UAV repülések katasztrófa-specifikus humán vonatkozása alapvetően a dinamikusan változó környezet folyamatos nyomon követéséből generálódik. Ez egyrészt állandó éberséget követel az UAV személyzetétől, másrészt figyelemmelrelelő lehet egyéb, a repülés biztonságára, valamint a hatékony feladat végrehajtásra kockázatot jelentő tényezők vonatkozásában. A fentiek ellenére a feladat végrehajtásának hatékonyságát növelheti, hogy a más katasztrófáknál jellemző, az ember által épített környezet pusztulásának látványából eredő frusztráció elmarad. A negatív hatások kockázatának csökkentése megfelelő kiképzéssel és folyamatos tréninggel megoldható.

#### *A védekezési, elhárítási tevékenységet követő időszak*

A tűz eloltása után számos alkalommal a felerősödő szél újra lángra lobbantja a frontvonalakat. A földről nem észlelhető, illetve szabad szemmel nem látható forró pontok, a hamu alatt megbújó parazsak helyei az UAV fedélzetére installált hőkamerával könnyedén észlelhetők (Pastor at al, 2008). Ezáltal az egy-két fős földi egységek már végleg elolthatják a tűzgócokat, illetve drasztikusan csökkenthetik a visszagyulladás esélyét.

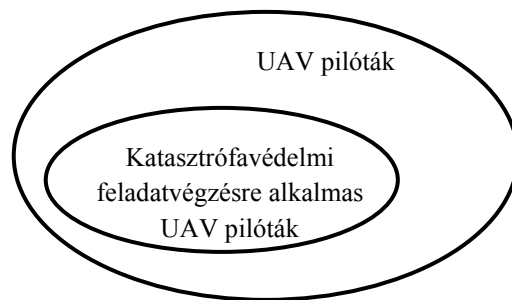


13. ábra A tűz utáni UAV repülés tervezése és a forró pontok hőkamerával történő felfedése

A feladat humán aspektusból történő vizsgálata rávilágít az egyéb katasztrófákkal való hasonlóságokra, de a kiaknázható lehetőségekre is. Az UAV pilótákat itt sem kell, hogy nyomassza a beavatkozások során elvárt sikeresség kényszere, azonban a tévedés itt a tűz (katasztrófa) újjáéledését jelentheti. Ezért a feladat súlya kisebb bár, de mégis magában hordozza a felelősségteljes munkavégzés igényét. E kettősségből generálható egy kiaknázni célszerű lehetőség: az erdőtüzeknél alkalmazásra kerülő UAV pilóták képzésére a tűz utáni megfigyelés kiválóan alkalmas. Egyrészt nincs az oltási feladat támogatása során jelentkező nyomás, másik részről azonban a megbújó parazsak miatt mégiscsak felelősségteljes és valódi körülmények közötti munkavégzést, repülést jelent.

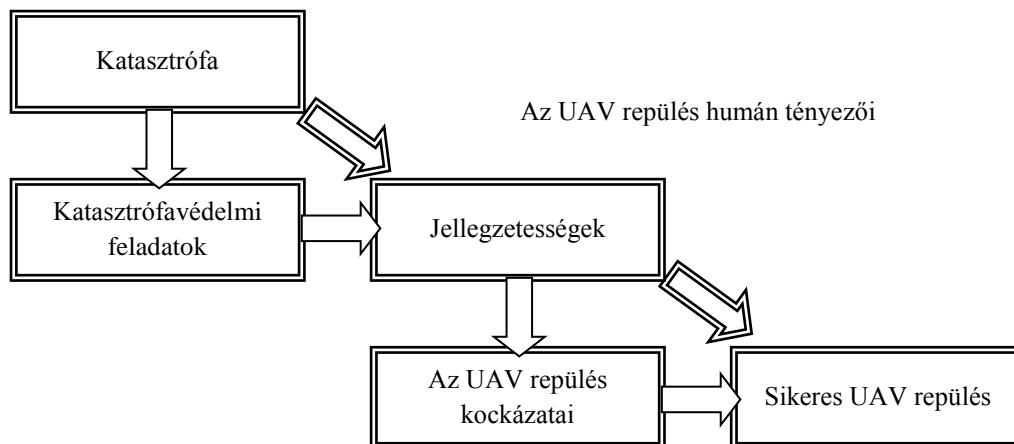
## HUMÁN TÉNYEZŐK A KÖVETKEZMÉNYEK FELSZÁMOLÁSA IDEJÉN

Az UAV pilóták humán tényezőinek katasztrófavédelmi feladatvégzésnél felmerülő sajátosságainak vizsgálatánál alapvetően két területre kell fókuszálni. Az egyik terület azt vizsgálja, hogy az adott személy, UAV pilóta potenciálisan alkalmas-e a feladat végrehajtására, vagyis a speciális feladatvégzésre való alkalmasságot a már UAV pilóták, illetve a lehetséges pilótának jelentkezők köréből kiválasztással szűri, szűkíti. Figyelembe véve, hogy a vizsgálat tárgya egy speciális alkalmazás humán tényezőinek vizsgálatára vonatkozik, így joggal feltételezhető, hogy az valóban szűkítést jelent, vagyis a teljes UAV pilóták körének egy részhalmazát.



14. ábra Az UAV pilóták szűkítésének jelölése Venn-diagram alapján

A másik terület az arra alkalmas pilóták körében azt vizsgálja, hogy a katasztrófavédelmi feladatok specialitása milyen jellegzetességeket hordoz magában, illetve ezek a jellegzetességek milyen nem várt veszélyeket, kockázatokat (esetleg lehetőségeket) rejtenek az UAV repülések végrehajtására. Ezek feltárása elősegítheti az adott feladatoknak a sikeres, valamint az elvártan megfelelő szintű szakmai hatékonysággal történő végrehajtását.



15. ábra A katasztrófák és az UAV repülés humán tényezőinek kapcsolata a sikeres feladat végrehajtásra

A fentieket összegezve, az UAV-k katasztrófavédelmi alkalmazásának humán feltételeit alapvetően két nagy területen vizsgálhatjuk:

- potenciális alkalmasság;
- feladatra való felkészültség.



## Potenciális alkalmassági vizsgálatok

A jelenlegi cikk írásának keretében is szolgáló projekt célkitűzései között szerepel az *UAV pilóták alkalmassági* kritériumainak meghatározása. A kiválasztás a katasztrófavédelmi feladatok végrehajtására való jogosultság szempontjából két irányból történhet. Az egyikben az UAV pilótákra vonatkozó kiválasztási szabályokat vehetjük alapul, a másikban a katasztrófavédelmi feladatok stratégiai-operatív feladatainak irányításához, végzéséhez való jogosultságnak a szabályaiból.

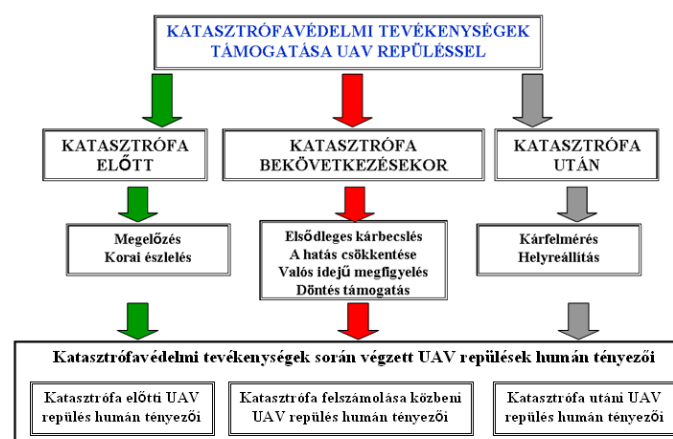
Az eddig végzett kutatások eredményeire alapozva méltán feltételezhető, hogy az UAV pilótákra vonatkozó kiválasztási szabályok mind kritérium rendszerében, mind az alkalmasság minősítésében közel fognak állni a repülőgép fedélzetén feladatot végző pilóták kiválasztásának jelenlegi kritérium-, és minősítési rendszeréhez. Mivel ez a kritériumrendszer szűkebb, szigorúbb a tűzoltóknál alkalmazott kiválasztási rendszernek a kereteitől, vagyis a tűzoltókra vonatkozó kiválasztási feltételeket a pilótákra vonatkozó feltételek gyakorlatilag mindet magában foglalja (esetenként nyilvánvalóan szigorúbb feltételeket is megkövetelve), így logikus következtetésként a helyes kiindulási pont az, ha katasztrófavédelmi feladatokra az UAV pilótákra előírt kiválasztási kritériumok követése kerül alkalmazásra.

A fentieket összegezve, a katasztrófavédelmi feladatoknál UAV repüléseket végrehajtó pilóták kiválasztási szempontjainál a pilótákra vonatkozó előírásoknak, kiválasztási feltételeknek kell érvényesülnie, illetve elsődlegesen iránymutatónak lennie.

## Feladatra való alkalmasság, felkészültség

A katasztrófavédelmi feladatok időrendi struktúrája a korábban részletezetteknek megfelelően 3 jól elkülöníthető részre bontható:

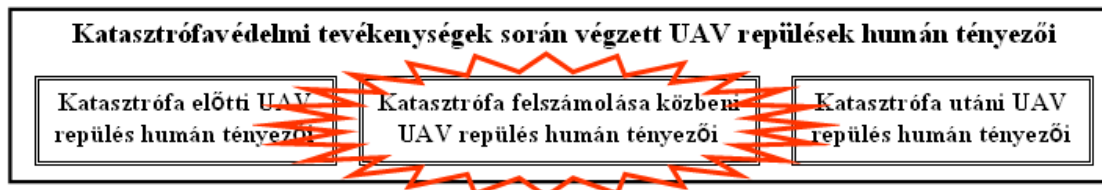
- katasztrófa bekövetkezése előtti UAV repülés (pre-disaster activity);
- katasztrófa operatív felszámolása közbeni UAV repülések (during disaster activity);
- katasztrófa felszámolása utáni, helyreállítási tevékenységek (post-disaster activity).



16. ábra A katasztrófavédelmi tevékenységek során végzett UAV repülések humán tényezőinek strukturált felosztása

A különböző, nevesített katasztrófáknál történő UAV repülések humán tényezőinek jellegzetességei a fenti időrendi felosztás alapján jól megkülönböztethetők. A markánsan eltérő jellegzetességek miatt továbbra is ezt a felosztást követjük.

A nevesített katasztrófák időrendi felosztásának konklúziójaként megállapításra került, hogy az UAV repülések katasztrófa-specifikus jellegzetességei, extrémítása leginkább a katasztrófák kitörését követő időszakban, az elsődleges beavatkozási tevékenységek ideje alatt domborodik ki. A katasztrófák kialakulása előtti és az elsődleges beavatkozások utáni időszakok a váratlan helyzetek hiánya, a feladatok jól strukturáltsága, vagy strukturálhatósága és az előre tervezhetősége miatt nem jelent, nem jelenthet drasztikus különbséget más, egyéb, jól strukturált polgári UAV alkalmazástól. Ennek következtében a humán tényezők szerepét a kifejezetten katasztrófa-specifikus jelenségeknél kell mélyebben vizsgálnunk, vagyis az aktív beavatkozást támogató repüléseknél.



17. ábra Az UAV repülések katasztrófa-specifikus lehatárolása

## NEVESÍTETT HUMÁN TÉNYEZŐK VIZSGÁLATA

Az UAV repülések humán tényezői közül az alábbiak kerültek vizsgálatra:

- érzékelés, észlelés;
- pszichés terhelés;
- fáradtság;
- személytelenség;
- tudatmódosító szerek alkalmazása.

A fentiek közül az érzékelés és észlelés problémáját kivetítjük a pszichés terhelésre, valamint ezzel összefüggésben a fáradtságra is. Az UAV repülések egy generált hatására, a személytelenségre is kitérünk. Ennek fontosságát a gép-ember kapcsolat korábban megszokott harmóniájának törése miatt tekintjük át. A tudatmódosító szerek hatását inkább a rend kedvéért kívánjuk megemlíteni, alkalmazásukat egyértelműen a normál repülésekre vonatkozó szabályokra építve javasoljuk.

### **Az észlelés, érzékelés, pszichés terhelés és fáradtság vizsgálata**

Az UAV repülések definitív sajátosságai közé tartozik, hogy a repülőgép (UAV) – pilóta kapcsolat időben nem, de térben elkülönül egymástól. Ezért a helyileg nem a fedélzeten tartózkodó pilóta számára a fedélzet nyújtotta repülés közbeni közvetlen érzékelés, észlelés lehetősége objektív módon kizárt. A hangok, a látvány (pl. valós színek), a gyorsulások okozta erők és a térbeli helyzet megítélésének közvetlen hiánya bár triviálisnak tűnhet, mégis az analóg, vagy digitális műszerek jelzései mellett az üzemeltető részére létfontosságú paraméterek a nyugodt munkavégzéshez (Szabó, 2012). Bár egyes közvetlen érzékelési hiányosságok részben, vagy esetleg közel teljesen (pl. hangok) kompenzálhatók, vagy pótolhatók, erre valamennyi esetben bizonyosan nem, vagy csak részlegesen kerülhet sor (pl. a gyorsulások). A fentiek miatt az UAV repülőgépek földi állomásának műszerezettsége bizonyosan nőni fog, amely még korlátozott, vagy esemény indukált megjelenítés esetén is figyelem-megosztási problémát jelenthet

az UAV pilóta számára. Ez az UAV pilóta terhelésének növekedését okozza.

Aktív fedélzeti jelenlét esetén a különböző manőverek végrehajtásakor a pilóta együtt él repülőgéppel, míg ugyanez bizonyosan csak korlátozott módon fogadható el UAV pilóták részéről. Így a természetes környezet hiánya, azaz a virtuális környezetben (földi irányító állomás) megélt munkavégzés monotónia-tűrés igénye jelentősen nagyobb (Draper at al. 2003). A fentiek abba az irányba hatnak, hogy ennek befolyásoló hatását már az UAV pilóták kiválasztásakor is figyelembe kell venni.

Kifejezetten katasztrófa-specifikus jelenségként fogható fel, hogy amíg a civil alkalmazások tervezhetősége azt is magában foglalja, hogy korlátozó tényező esetén (pl. időjárás) a repülés elmaradása természetes, de többnyire pótolható tevékenység, addig katasztrófák esetén már teljesen más a helyzet. Előfordulhat, hogy pontosan a szélsőséges helyzet kialakulása miatt van, illetve lenne szükség az UAV repülésekre (pl. villámárvíz), amely azonban korlátozza is az alkalmazás lehetőségeit. Pontosan akkor van, illetve lenne szükség az UAV repülésre, amikor a repülési feltételek nem, vagy alig alkalmasak. A szélsőséges körülmények, határérték közeli repülések egyéb problémát is felvetnek; az érzékszerveink részére a fedélzeten átadandó dinamikus jellegű hatások teljesen elmaradhatnak, ami az UAV pilóta számára látszatbiztonságot, egyben a repülést veszélyeztető tényezőt jelent. A fentiek alapján az UAV pilótákra a szélsőséges helyzetekben, a határérték (UAV repülési minimumai) közelében történő huzamosabb repülés jelentősen csökkenti, korlátozza az ítélőképességet, így jelentős hatással van a biztonságos repülési idő meghatározására is.

A fenti dinamikus hatások ellentétére is találhatunk példát, ez a monotónia tűrés (Hoffman, 2004). A monotónia tűrés speciális helyzetét tapasztalhatjuk egyes katasztrófa felszámolási feladatok támogatása esetén. Amennyiben az UAV repülés, légi őrzésként folyamatosan, valamilyen egyedi esemény észlelése érdekében tartjuk fenn, úgy a repülés alapvető lényege a monotónia tűrése, illetve az észlelni kívánt jelenség mielőbbi felfedezése, elkülönítése a monotónia környezetéből. Tipikusan ilyen példának tarthatók az erdőtüzek korai észlelése céljából végzett járőröző repülések, vagy egy nukleáris balesetet követő, a sugárzás terjedésének mérése céljából végzett repülések. Az első példa egy katasztrófa bekövetkezése előtti tevékenység, míg a második az elsődleges beavatkozások kísérője, illetve követője. Figyelembe véve, hogy egyéb polgári alkalmazások is igényelhetik a monotónia tűrés képességének magas fokát, így ez a tényező bár kifejezetten jellemző lehet egyes katasztrófavédelmi feladatoknál, humán aspektusból mégis csak részben tekinthető katasztrófa-specifikus jelenségnek.

A katasztrófák elsődleges beavatkozásait kísérő, azt támogató repülések azonban a feladatok jellegét tekintve bizonyosan nem monoton tevékenységek. Az adott környezet felmérése mindig egy, a katasztrófa által létrejövő ismeretlen helyzet felmérését, vagy dinamikájának követését jelenti, ezért a feladat környezetét tekintve nem monoton.

A monotónia kérdését egy másik irányból is célszerű megvizsgálni. mivel az UAV pilóták *gép-személyzet* kapcsolata egy virtuális interfészen keresztül valósul meg, így a fedélzetről kapott információk megjelenítésének egyhangúsága jelenthet egyfajta monotóniát (McCarley & Wickens, 2005). Az UAV – pilóta elkülönülés miatt az egyébként fedélzeten végzett észlelő tevékenység szintén autonomizálható, vagyis a feladatot teljesítése gépiessé válhat, azaz monotónia tűrést követel.

Az egyediség észlelésének, vagy a változások pontos nyomon követésének a kényszere komoly terhet jelenthet az UAV pilótákra. Az elsöre példa lehet az árvizeknél, vagy egyéb esetben (pl. vegyi baleset) kommunikáció hiányában csapdába került személyek felkutatása céljából végzett repülés, míg a az utóbbira az erdőtűz frontvonalának változása, vagy a változás intenzitásának meghatározása.

Az észlelés kérdésének tárgykörébe tartozik a személyesen végzett vizuális megfigyelések, esemény követések interfészen keresztüli hatékonysága. A színes képernyők magas felbontása kellemes látvány a szemnek, azonban egyes huzamosabb figyelmet kívánó feladatoknál akár túl sok információt is szolgáltathat, ami által a feladat egyrészt fárasztóbbá válhat, másrészt akár el is vonhatja a néző figyelmét a fontosabb feladatokról. Ez utóbbira a szerző magyarországi tapasztalatai is utalnak (Restás, 2007).



18. ábra A színes és fekete-fehér képek összehasonlítása

Katasztrófavédelmi beavatkozásokat támogató repüléseknél előfordulhat, hogy az adott feladat külön extrémítással rendelkezik. Egy-egy földrengés után a pusztulás mértékét az UAV pilóták akár az elsők között is láthatják, ami önmagában is frusztráló, lelkiileg terhelő lehet. Ilyen esetekben azonban a nagyon súlyos sérültekkel, halottakkal való képi „találkozás” szintén általános. Ennek feloldását csak az UAV pilóták megfelelő szintű felkészítése, képzése oldhatja fel még akkor is, ha a valódi távolság jelentős. A képzésnél a kifejezetten pusztító képek látványa melletti hatékony munkavégzésre egyébként is nagy hangsúlyt kell fektetni, de a tárgyak pusztulásának látványát a tehetetlen, vagy csapdába került személyek látványa érzelmileg nyilvánvalóan jelentősen meghaladja. A fentiek értelmében a katasztrófavédelmi feladatokat támogatni képes UAV pilóták képzése, kifejezetten a jelentősen megváltozott, pusztító hatást szenvedett környezet látványa melletti repüléseket tekintve kifejezetten katasztrófa-specifikusnak tekinthető.

### A személytelenség különböző dimenziói

A katonai műveletekben résztvevő UAV pilótáknál előfordul, hogy a hadszíntér, a műveleti terület földrésznyi távolságra található a bevetést irányító helytől (Manning, 2004). Ez a távolság az UAV pilóta életének biztonsága, megóvása szempontjából megnyugtató helyzet, amely egyébként kifejezett célja is az UAV alkalmazásának. A távolság és így az akció személytelensége azonban egyéb, figyelmet érdemlő helyzetet is teremt. Az UAV pilóta a munkaidejének végén, a harcászati feladatának ellátása, esetleg az ellenséges katonák életének kioltása után mindenféle átmenet nélkül kerül vissza ismét a társadalom normál életét élők közé. Az átmenetiség hiányának problémája esetleges pszichés zavarok formájában nyilván-

nulhat meg, amelyre közismerten a Vietnami háború tapasztalatai alapján hívták fel a szakemberek a figyelmet. Katasztrófavédelmi feladatoknál az elsődleges beavatkozás során végrehajtott UAV repüléseknél a fenti szindróma előfordulásának lehetőségét prognosztizáljuk. Ennek oka, hogy az UAV pilóták esetenként szintén személytelenül vehetnek részt a kárfel-számolásban, mégis közeli észlelői a katasztrófa pusztító hatásának, a tehetetlen sérültek, halottak látványának, valamint a beavatkozást végzők bizonyosan korlátozott lehetőségeinek.

A személytelenség problémája a civil repülésekével összehasonlítva pontosan a katasztrófavédelmi feladatok jellegéből adódik. A civil repülések jól tervezhetősége lehetővé teszi a feladat jellegére történő „ráhangolódást” és „lecsengést”, míg egy bekövetkezett katasztrófa esetén a teljes váratlansággal és az azonnali végrehajtási kényszerrel találkozunk. Nincs ráhangolódás, a lecsengés pedig a katasztrófa jellegétől és az UAV repülés időbeli szükségességétől függhet. Ez utóbbinál a pihenés lehetőségét a hétköznapi élethez való visszatérésnél keresni természetes emberi jelenség, vagyis valóban hiányozhat a feladattól való időbeli eltávolodás. Ez ugyanúgy harmonizálhat a katonai UAV pilóták helyzetéhez, mint a feladat végrehajtása során a helyzet illékonyságára vonatkozó lehetőség.

### **A tudatmódosító szerek használata**

A tudatmódosító szerek közé soroljuk a különböző gyógyszereket, az alkoholt és a különféle drogokat. Ennél a tényezőnél nincs indok annak elfogadására, hogy ne a repülésben jelenleg is alkalmazott hozzáállást kövessük. Ezek alapján az alkohol és a különböző drogok hatása alatt végzett UAV repülések lehetőségét egyértelműen ki kell zárni, vagyis a zéró tolerancia elvét javasoljuk követni. A különböző gyógyszerek esetében alapvetően szintén a kizárást javasoljuk olyan feltétellel, hogy a szakorvos (UAV pilótákra szakosodott repülőorvos) tiltó, feltételekhez kötött, vagy engedélyező javaslatát kell alapul venni. A fentiek követése javasolt a katasztrófavédelmi feladatok végrehajtása során is.

## **ÖSSZEGZÉS**

A fenti vizsgálatokat összegezve megállapítható, hogy a katasztrófavédelmi tevékenységek humán aspektusból történő vizsgálata célszerű és mind a repülésbiztonság fenntartása, mind a hatékony feladat végrehajtás szempontjából fontos. A katasztrófavédelmi feladatok jellegét vizsgálva megállapításra került, hogy az UAV repülések strukturálását a humán aspektus szempontjából is célszerű a katasztrófa kitörésének időpontját középre állítva egy időskálán vizsgálni.

Az időskála alapján a feladatok, és így a vizsgálatok is elkülöníthetők a *katasztrófát megelőző, a kitörést követő azonnali beavatkozás*, valamint a *beavatkozást követő* időszakokra. Ez alapján megállapításra került, hogy bár mind a katasztrófa kitörése előtti (pre-disaster activity), mind az elsődleges beavatkozást követő időszak (post-disaster activity) döntően tartalmazhat az adott katasztrófára jellemző specifikus jegyeket, azonban alapvetően mégiscsak hasonlóak az egyéb, normál polgári alkalmazásokéhoz. Ezzel együtt az is kikristályosodott, hogy a valóban katasztrófa-specifikus jegyek a katasztrófa kitörése utáni közvetlen UAV repüléseknél tapasztalhatók.

A humán aspektus vizsgálatából több következtetés is levonható. Az UAV repülések feladata

szinte valamennyi esetben az adott helyzetre vonatkozó információhiány pótlása, bővítése, így a leginkább veszélyeztető tényezők közé tartozik, hogy a feladat megkezdése valamennyi esetben időnyomás alatt történik. Az időnyomás alatti munkakezdésre, UAV repülésre jellemző továbbá, hogy döntően váratlanul, esetleg még idegennek is számító környezetben kerül végrehajtásra. Ennek a repülésbiztonságot érintő és annak kockázat növelő szerepe közismert.

A fenti körülmények mellett további fontos tényező, hogy az UAV repülések döntően olyan helyszínek fölött várható, amelyek mind a természeti és épített környezetben, mind az emberi életek tekintetében nagyfokú pusztítást szenvedtek el. Ennek hatását az UAV pilóták képzése során mindenképpen figyelembe kell venni, így speciális, erre kidolgozott képzési programra lehet szükség, amihez a katasztrófák felszámolásában már tapasztalt szakemberek segítségét is célszerű igénybe venni.

Az eddigiek a feladatok dinamikus jellegét hangsúlyozzák, azonban ennek ellentéte is, azaz a feladatok monotonitása is fellelhető katasztrófa-specifikus jellegként. Ez jelenthet folyamatosan fennálló monotonitást, de azt is, hogy ilyen repülési környezetben kell egyedi, a katasztrófa szempontjából fontos elemeket kiválasztani, vagy elkülöníteni. Az erre való képesség bizonyosan tanulható, azonban az arra alkalmas UAV pilóták kiválasztásánál is szerepet kaphat.

A fentiek generálják, hogy az UAV pilóták hatékony felkészítése már az arra alkalmasak megfelelő kiválasztásával megkezdődik. A kiválasztási kritériumok alapját a jelenleg kidolgozás alatt lévő, az UAV pilóták kiválasztására vonatkozó keretek adhatják.

A fentieket összegezve megállapítható, hogy a katasztrófavédelmi feladatoknál végrehajtandó feladatok kettős jellegűek. Egyrészt magukban hordozzák a civil alkalmazásokra jellemző jegyeket, másrészt a végrehajtásuk olyan dinamikus környezetben is történhetnek, amelyek közel állnak a katonai alkalmazásokhoz. Emiatt úgy is tekinthetők, hogy az UAV repülések és annak humán aspektusai a katasztrófavédelmi alkalmazásoknál bár mind a polgári, mind a katonai alkalmazások jegyeit magán viseli, mégis inkább a kettő között helyezkedik el.



A publikáció a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 „Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások”, pályázat keretében készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

#### FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Ambrosia, V. [2005] Use of Unmanned Aerial Vehicles for Fire Detection; EARSeL 2005, 5th International Workshop on Remote Sensing and GIS Applications To Forest Fire Management: Fire Effects Assessment, 16-18 June 2005, Zaragoza, Spain
- [2] Ambrosia, V., Hinkley, E., Brass, J.A., Buechel, S., Sullivan, D., Myers, J., Schoenung, S. [2006] The Western States UAV Fire Mission; Eleventh Biennial USDA Forest Service, Remote Sensing Applications Conference RS-2006, New Remote Sensing Technologies for Resource Managers; April 24-28 2006, Salt Lake City, Utah, USA
- [3] Draper, M.H., Tso, K.S., Tharp, G.K., Tai, A.T., Calhoun, G.L., Ruff, H.A. [2003] A Human Factors Testbed for Command and Control of Unmanned Air Vehicles 7803-7844-X/03/ 2003 IEEE 8
- [4] Hoffman, J.C. [2005] At the Crossroads, Air & Space Power Journal - Spring 2005, Egyesült Államok

- 
- [5] Manning, S.D., Rash, C.E., LeDuc, P.A. [2004] The Role of Human Causal Factors in U.S. Army Unmanned Aerial Vehicle Accidents, USAARL Report No. 2004-11, Egyesült Államok
- [6] McCarley, J.S., Wickens, C.D. [2005] Aviation Human Factors Division, University of Illinois at Urbana-Champaign, Egyesült Államok
- [7] Mika, P., [2009] Emergency Service Use of UAS West Midlands Fire Service, UAS Yearbook, 2009/2010 [Edit. Blyenburgh,] UAS – The Global Perspective, pp. 137-139.
- [8] Nagy, K., Halász, L. [2002] Katasztrófavédelem, Egyetemi jegyzet, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest,
- [9] Pastor E., Royo P., Lopez J., Barrado C., Santamaria E., Prats X. [2008] Project SKY-EYE, Applying UAVs to Forest Fire Fighter, Support and Monitoring; Technical University of Catalonia, Department of Computer Architecture, Barcelona, Spain
- [10] Rehor, M. [2007] Classification of building damage based on laser scanning data; The Photogrammetric Journal of Finland 20 (2).
- [11] Restás, Á. [2007] Brand new tool for forest fire monitoring: small UAV applications as on everyday practice. Experiences of Szendrő Fire Department, Hungary; Wildfire2007 4<sup>th</sup> International Wildland Fire Conference, Sevilla, Spain, 13-18. May 2007.
- [12] Restás, Á.: [2009] Brand new tool for forest fire monitoring: small UAV applications as on everyday practice. Experiences of Szendrő Fire Department, Hungary; Wildfire2007 4<sup>th</sup> International Wildland Fire Conference, Sevilla, Spain, 13-18. May 2007.
- [13] Restas, A. [2012] An Approach for Measuring the Economic Efficiency of UAV Applications at Forest Fires Helping Decision Makers; AUVERSI Israel 2012, International Conference, 20-22 March 2012, Tel Aviv, Israel
- [14] Schweier, C., Markus, M. [2006] Classification of collapsed buildings for fast damage and loss assessment. Bulletin of Earthquake Engineering, Vol. 4, No. 2, pp. 177-192.
- [15] Stuber, H.C., Restás, Á., Wiggerich, B. [2009] Experiments and Results of Using Small UAS at Wildfires and Upcoming Innovations: Integrated Wildfire Management Supported by SwissCopter Solutions. AIRTEC 2009, Heliword International Conference, Frankfurt, Germany, 4-5. November 2009.
- [16] Szabó, S.A. [2012] UAV (pilóta nélküli légi jármű) műveletek virtuális környezetben, Kutatói jelentés III., Nemzeti Közszolgálati Egyetem, TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001. sz. pályázat, "Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások" Adatintegráció alprogram, A pilóta nélküli légi járművek alkalmazásának humán aspektusból történő vizsgálata.