

# BESPILOTNA LETJELICA U SUSTAVU VATROGASTVA

---

Čačković, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:692845>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-14**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu

Odjel sigurnosti i zaštite

Stručni prijediplomski studij Sigurnosti i zaštite

IVAN ČAČKOVIĆ

# **BESPILOTNE LETJELICE U SUSTAVU VATROGASTVA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2023.

Karlovac University of Applied Sciences

Safety and Protection Department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

IVAN ČAČKOVIĆ

**UNMANNED AIRCRAFT IN THE  
FIREFIGHTING SYSTEM**

FINAL WORK

Karlovac, 2023.

Veleučilište u Karlovcu

Odjel sigurnosti i zaštite

Stručni prijediplomski studij Sigurnosti i zaštite

IVAN ČAČKOVIĆ

# **BESPILOTNE LETJELICE U SUSTAVU VATROGASTVA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor :

Robert Hranilović, dipl.ing., pred.

Karlovac, 2023.



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

## **VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

Stručni / specijalistički studij: Stručni preddiplomski studij Sigurnosti i zaštite

Usmjerenje: Zaštita od požara

Karlovac, 01.06.2023.

### **ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

Student: Ivan Čačković

Matični broj: 0416618029

Naslov: Беспилотне летјеліце u sustavu vatrogastva

Opis zadatka:

Predmet rada ukazati na specifičnosti, važnost te zadaće sustava беспилотnog zrakoplovstva (UAS) u djelatnosti vatrogastva s posebnim osvrtom na UAS беспилотne letjelice. Opisati djelove sustava, organizaciju i mogućnosti u primjeni taktike gašenja.

Na kraju rada napisati vlastiti zaključak. Koristiti recenziranu stručnu i znanstvenu literaturu i pravilno citirati sve korištene izvore.

Zadatak zadan:  
01.06.2023.

Rok predaje rada:  
07.07.2023.

Predviđeni datum obrane:  
17.07.2023.

Mentor:  
Robert Hranilović, dipl.ing,pred.

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:  
Lidija Jakšić, mag.ing.cheming., pred.

# PREDGOVOR

Ovaj završni rad opisuje specifičnosti, ulogu bespilotnog sustava zrakoplovstva (UAS) u djelatnosti vatrogastva s posebnim osvrtom na bespilotne letjelice, njihovu važnost te značaj u cilju kontrole te gašenja požara, posebice na terenima koji su vatrogascima nepristupačni. Letjelica tada osigurava sliku iz zraka u realnom vremenu.

Materijali za pisanje rada prikupljeni su mjesec dana, a autor rada ih je prikupljao u knjižnici Veleučilišta u Karlovcu, Gradskoj knjižnici Ivan Goran Kovačić u Karlovcu te na internetskim stranicama javnih vatrogasnih postrojbi Republike Hrvatske, a pri izradi rada je korištena i interna dokumentacija Javne vatrogasne postojbe Karlovac. U svrhu izrade rada proučavani su i magistarski radovi te doktorske disertacije na slične teme koji su napisani u razdoblju od 2018. do 2023. godine. Završni rad je pisan individualiziranim pristupom uz poznavanje osnovne materije te stečeno radno iskustvo autora rada koje je imalo pozitivan učinak na pisanje rada.

Završni rad tvori ukupno devet poglavlja. Prvo je poglavlje uvod raščlanjen na predmet i cilj rada, izvore podataka i metode prikupljanja te sadržaj i strukturu rada, dok se drugo poglavlje odnosi na specifičnosti vatrogasne djelatnosti i vatrogasnih intervencija, a treće na uzroke i istragu nastanka požara. Četvrto se poglavlje odnosi na postupanje vatrogasaca na vatrogasnoj intervenciji. Peto se poglavlje odnosi na sustav bespilotnog zrakoplovstva u sustavu vatrogastva, odnosno na povijesni razvoj te ulogu, važnost, prednosti te nedostatke i primjenu bespilotnih letjelica u sustavu vatrogastva. Šesto se poglavlje odnosi na primjenu bespilotnih letjelica u sustavu vatrogastva, dok se sedmo poglavlje odnosi na primjer sustava za nadzor požara uz pomoć sustava *FiRE*, a osmo na Europsko udruženje bespilotnih letjelica. Rad završava zaključkom, popisom literature korištene pri izradi rada te popisom priloga.

Izabranom te prikazanom koncepcijom ne izlazi se iz zadanih okvira, a ujedno se osigurava više prostora za praktičnu primjenu u obrazovanju ili usavršavanju stručnjacima iz područja zaštite na radu te pripadnicima vatrogasnih postojbi. Rad sadrži fotografije, shematske prikaze, tablice te druge korisne sadržaje koji su do sada parcijalno obrađivani u domaćoj te stranoj stručnoj literaturi.

Rad je rezultat stečenog teorijskog znanja autora rada tijekom obrazovanja na Veleučilištu u Karlovcu, pri Odjelu Sigurnosti i zaštite te izučavanja domaćih i inozemnih stručno-znanstvenih materijala na zadanu tematiku, ali i praktičnog iskustva iz područja vatrogastva samog autora rada.

Ovom se prilikom posebno zahvaljujem se svom mentoru Robertu Hraniloviću, dipl.ing. predavaču na prenesenom znanju, ukazanim savjetima i pomoći pri prikupljanju materijala te pisanju samog rada. Zahvaljujem se također svim profesorima Veleučilišta u Karlovcu koji su mi predavali, Odjela Sigurnosti i zaštite te svojim kolegama na pruženoj potpori tijekom razdoblja mog obrazovanja. Također se zahvaljujem članovima svoje obitelji koji su mi uvijek pružali najveću podršku te me ohrabivali kada mi je bilo najpotrebnije.

## SAŽETAK

Prevenција i gašenje požara zahtijeva točne i pravovremene informacije dobivene iz zraka. Za tu svrhu u novije je vrijeme sve popularnije korištenje bespilotnih letjelica, kao alternativa korištenju skupljih helikoptera i aviona. Ovaj završni rad predstavlja primjenu sustava bespilotnog zrakoplovstva kroz primjenu, specifičnosti, ulogu te važnost bespilotnih letjelica u prevenciji, gašenju i nadzoru požara. U radu su navedeni primjeri nekih komercijalnih bespilotnih letjelica koje su najčešće u upotrebi u sustavu vatrogastva, kao i njihove konkretne primjene. Naveden je te pojašnjen konkretan primjer upotrebe bespilotne letjelice u vatrogasnoj djelatnosti Javne vatrogasne postrojbe Grada Karlovca. Najveću primjenu u vatrogastvu letjelice imaju u pružanju slike iz zraka u realnom vremenu, što pomaže u otkrivanju i lociranju požara, te gašenju i kontroli požara. Letjelice većeg dometa korisnije su za prevenciju požara, preletom preko velikih šumskih površina u potrazi za potencijalnim požarima, dok manje, okretnije letjelice kraćeg dometa bolju primjenu nalaze u nadzoru požara. Generičke rekreativne letjelice također mogu naći primjenu u vatrogastvu, ali zbog ograničenih performansi nemaju veliku učinkovitost, posebice za požare na većim područjima.

**Ključne riječi:** *prevencija, gašenje požara, sustav bespilotnog zrakoplovstva, bespilotna letjelica, Javna vatrogasna postrojba Grada Karlovca.*



## **ABSTARCT**

Fire prevention and extinguishing requires accurate and timely information obtained from the air. For this purpose, the use of unmanned aerial vehicles has recently become increasingly popular, as an alternative to the use of more expensive helicopters and airplanes. This final paper presents the application of unmanned aviation systems through the application, specifics, role and importance of unmanned aerial vehicles in the prevention, extinguishing and monitoring of fires. The paper contains examples of some commercial drones that are most often used in the firefighting system, as well as their specific applications. A concrete example of the use of an unmanned aerial vehicle in the firefighting activities of the Public Fire Department of the City of Karlovac is given and explained. Aircraft are most used in firefighting in providing aerial imagery in real time, which helps in detecting and locating fires, as well as extinguishing and controlling fires. Aircraft with a longer range are more useful for fire prevention, by flying over large forest areas in search of potential fires, while smaller, more agile aircraft with a shorter range are better used in fire control. Generic recreational aircraft can also be used in firefighting, but due to their limited performance, they are not very effective, especially for fires in larger areas.

**Keywords:** *prevention, firefighting, unmanned aviation system, unmanned aircraft, Public Fire Department of the City of Karlovac.*

# SADRŽAJ

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA.....	I
PREDGOVOR.....	II
SAŽETAK.....	IV
ABSTRACT .....	V
1.UVOD.....	1
1.1.Predmet i cilj rada.....	1
1.2.Izvori podataka i metode prikupljanja .....	2
1.3.Sadržaj i struktura rada .....	2
2.VATROGASNA DJELATNOST I VATROGASNE INTERVENCIJE.....	3
2.1.Podjela vatrogasnih intervencija.....	5
3.POSTUPANJA VATROGASACA NA VATROGASNOJ INTERVENCIJI.....	7
4.UAS U SUSTAVU VATROGASTVA – UAS BESPILOTNE LETJELICE .....	13
4.1.Povijesni razvoj .....	15
4.2.Pogon.....	19
4.3.Sustav za izbjegavanje sudara u prometu za bespilotne letjelice.....	19
4.4.Transport tereta.....	20
4.5.Pouzdanost bespilotne letjelice .....	20
4.6.Upravljačka jedinica .....	21
4.6.1.Komunikacija bespilotne letjelice i upravljačke jedinice.....	22
4.7.Trošak razvoja bespilotnih letjelica.....	24
4.8.Tendencija razvoja bespilotnih letjelica .....	25
4.9.Alternativni pogon bespilotnih letjelica.....	25
5.PRIMJENA BESPILOTNIH LETJELICA U SUSTAVU VATROGASTVA.....	26
5.1.Postupak prije nabave, evidencija sustava i registracija u CCAA i HVZ.....	28
5.2.Nabava bespilotnog sustava i minimalni tehnički i kadrovski uvjeti .....	31
5.3.Registracija bespilotnih letjelica.....	31
5.4.Plovidbenost.....	33
5.5.Procedura za rezervaciju zračnog prostora u operativne svrhe .....	34

5.6.Osposobljavanje za upravljanje bespilotnom letjelicom.....	35
5.7.Globalna sigurnost .....	37
6.PRIMJER SUSTAVA ZA NADZOR POŽARA – SUSTAV <i>FiRE</i> .....	41
6.1.Sustav nadzora požara Republike Hrvatske – sustav Orbiter 3 .....	46
7.ZAKLJUČAK .....	48
LITERATURA.....	49
PRILOZI .....	50

# 1.UVOD

Današnje je doba obilježeno brzim razvojem tehnologija te posve novih procesa u proizvodnji što pogoduje pojavi požarnih opasnosti koje predstavljaju ugrozu za materijalna dobra, ali i za ljudsko zdravlje te živote. Kako su se tijekom povijesti razvijale te unapređivale ljudske djelatnosti, razvijala se i unapređivala i protupožarna zaštita. Protupožarna zaštita podrazumijeva skup mjera i postupaka koji se poduzimaju radi sprječavanja nastanka i širenja požara, utvrđivanja i uklanjanja uzroka požara, otkrivanja i gašenja nastalog požara, te pružanja prve pomoći u slučaju požara. U navedenu je svrhu razvijen i sustav bespilotnog zrakoplovstva (UAS) koji ima vrlo važnu ulogu u djelatnosti vatrogastva jer se uz pomoć UAS bespilotnih letjelica može prevenirati, spriječiti te lakše kontrolirati i ugasiti požar kada nastane. Naredan je te susta tehnologije pri čemu se za upravljanje bespilotnim letjelicama educiraju posebni stručnjaci koji kontroliraju rad te prikaze bespilotnih letjelica čime olakšavaju rad vatrogascima na terenu te u konačnici omogućavaju spašavanje života te očuvanje materijalnih dobara uz smanjenje financijskih i ekonomskih izdataka vezanih uz nstanaka te gašenje požara.

## 1.1.Predmet i cilj rada

Predmet rada je UAS u sustavu vatrogastva, odnosno UAS bespilotna letjelica. Cilj rada je ukazati na ulogu, važnost, prednosti te nedostatke sustava bespilotnog zrakoplovstva u djelatnosti vatrogastva, odnosno bespilotnih letjelica te njihov značaj za prevenciju, nadzor te gašenje nastalih požara u cilju spašavanja života te materijalne imovine na efikasniji te financijski isplativiji način uz manju ugrozu vatrogasnih postojbi na terenu.

## **1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja**

U svrhu istraživanja problematike završnog rada korišteni su različiti izvori podataka, od internet stranica do stručnih knjiga područja zaštite od požara te djelatnosti vatrogastva i prometa. Rad istražuje i analizira već postojeće (sekundarne) podatke. Pri prezentaciji podataka korištene su znanstvene metode analize, klasifikacije, indukcije, dedukcije i deskripcije. Podaci su prikupljeni metodom engl. “*desk*” istraživanja te stečenog praktičnog terenskog iskustva autora rada.

## **1.3. Sadržaj i struktura rada**

Završni rad tvori ukupno devet poglavlja. Prvo je poglavlje uvod raščlanjen na predmet i cilj rada, izvore podataka i metode prikupljanja te sadržaj i strukturu rada, dok se drugo poglavlje odnosi na specifičnosti vatrogasne djelatnosti i vatrogasnih intervencija, a treće na uzroke i istragu nastanka požara. Četvrto se poglavlje odnosi na postupanje vatrogasaca na vatrogasnoj intervenciji. Peto se poglavlje odnosi na sustav bespilotnog zrakoplovstva u sustavu vatrogastva, odnosno na povijesni razvoj te ulogu, važnost, prednosti te nedostatke i primjenu bespilotnih letjelica u sustavu vatrogastva. Šesto se poglavlje odnosi na primjenu bespilotnih letjelica u sustavu vatrogastva, dok se sedmo poglavlje odnosi na primjer sustava za nadzor požara uz pomoć sustava *FiRE*, a osmo na Europsko udruženje bespilotnih letjelica. Rad završava zaključkom, popisom literature korištene pri izradi rada te popisom priloga.

## 2.VATROGASNA DJELATNOST I VATROGASNE INTERVENCIJE

Vatrogasna djelatnost podrazumijeva sudjelovanje u provedbi preventivnih mjera zaštite od požara i tehnoloških eksplozija, gašenje požara i spašavanje ljudi i imovine ugroženih požarom i tehnološkom eksplozijom, pružanje tehničke pomoći u nezgodama i opasnim situacijama te obavljanje drugih poslova u nesrećama, ekološkim i inim nesrećama, a provodi se na kopnu, moru, jezerima i rijekama [1]. To je neprofitna, stručna i humanitarna djelatnost koja predstavlja opći interes za Republiku Hrvatsku, a istu obavljaju vatrogasne postrojbe i vatrogasne organizacije.

Posebno treba istaknuti provedbu preventivnih mjera zaštite od požara koje su propisane Zakonom o zaštiti od požara. Radi se o preventivnom djelovanju u okviru provedbe vatrogasne djelatnosti kao što su informativno-promidžbene djelatnosti u vatrogastvu, provedba raznih oblika osposobljavanja i edukacije, organizacija seminara i savjetovanja te usađivanja vatrogasnog duha u mlađe generacije [1]. Vatrogasna djelatnost je širi pojam od samog gašenja požara, a odnosi se na rješavanje svih vrsta tehničkih intervencija te sprječavanja njihova nastanka.

Vatrogasne postrojbe koje neposredno obavljaju vatrogasnu djelatnost su [2]:

1. javna vatrogasna postrojba,
2. postrojba dobrovoljnog vatrogasnog društva,
3. profesionalna vatrogasna postrojba u gospodarstvu,
4. postrojba dobrovoljnog vatrogasnog društva u gospodarstvu,
5. vatrogasna postrojba vatrogasne zajednice županije odnosno Grada Zagreba,
6. intervencijska vatrogasna postrojba.

Vatrogasne organizacije su dobrovoljna vatrogasna društva, javne vatrogasne postrojbe, profesionalne vatrogasne postrojbe u gospodarstvu, dobrovoljna vatrogasna društva u gospodarstvu, vatrogasne zajednice svih razina [1]. Vatrogasne postrojbe obavljaju vatrogasnu djelatnost korištenjem ovlasti utvrđenih Zakonom o vatrogastvu, dok na području jedinice lokalne samouprave mora djelovati onoliko javnih vatrogasnih postrojbi

ili postrojbi dobrovoljnih vatrogasnih društava koliko je utvrđeno vatrogasnim planom pojedine županije.

Prema Zakonu o vatrogastvu (Narodne novine br. 125/19), vatrogasna intervencija je skup mjera, radnji i postupaka koje provode vatrogasne snage u vremenu od zaprimljene dojave do povratka u vatrogasnu postaju, na temelju zaprimljene dojave ili zapovjedi nadležnog vatrogasnog zapovjednika, zbog nastalog izvanrednog događaja [1]. Novim Zakonom o vatrogastvu vatrogasne intervencije dijele se na one lokalne, odnosno područne (regionalne) razine, državne razine i vatrogasne intervencije kod pravne osobe. Djelotvornost ukupnog vatrogastva Hrvatske temelji se na stalnoj suradnji svih vatrogasnih činitelja, a posebno na suradnji profesionalnih i dobrovoljnih vatrogasnih postrojbi u okviru jedinica lokalne samouprave, profesionalnih i dobrovoljnih vatrogasnih postrojbi u gospodarstvu, Ministarstva unutaršnjih poslova te na stručnoj i tehničkoj pomoći Ministarstva obrane [2].

Tijek intervencije kreće od zaprimanja poziva u vatrogasni operativni centar koji je dužan uputiti vatrogasnu postrojbu sukladno vatrogasnom planu. Zapovjednik vatrogasne postrojbe ili vatrogasac s posebnim ovlastim i odgovornostima, odnosno osoba ovlaštena za samostalno vođenje vatrogasne intervencije, organizira odlazak potrebnog broja vatrogasaca i vatrogasne tehnike na samu intervenciju, a koju je dužan voditi sukladno standardnim operativnim postupcima i pravilima vatrogasne struke.

Vatrogasna postrojba pri obavljanju vatrogasne intervencije ima sljedeće javne ovlasti, a zapovjednik vatrogasne intervencije može zapovjediti poduzimanje istih [1]:

- zapovjediti ulazak u dom bez privole stanara, ako se otklanja izravna ozbiljna opasnost za život i zdravlje ljudi ili imovine većeg opsega,
- zabraniti promet vozila i pristup nepozvanim osobama u blizini mjesta intervencije do dolaska policije,
- poduzimati potrebne mjere radi sprječavanja nastajanja štetnih posljedica,
- zapovjediti izmještanje osoba i ukloniti stvari iz susjednih građevina koje su ugrožene nastalim događajem,

- zapovjediti prekidanje dovoda električne energije i plina,
- zapovjediti djelomično ili potpuno ograničavanje dovoda vode potrošačima u zoni pojave požara ili čitavom naselju, radi osiguranja potrebne količine vode za gašenje požara,
- koristiti vodu iz svih izvora, bez obzira kome pripadaju, bez plaćanja naknade,
- zapovjediti djelomično ili potpuno rušenje građevina preko kojih bi se požar mogao proširiti, ako se širenje požara ne može spriječiti na drugi način,
- zapovjediti privremeno korištenje tuđeg prometnog sredstva radi prijevoza osoba stradalih u događaju u najbližu zdravstvenu ustanovu ili radi prijevoza osoba na mjesto događaja,
- zapovjediti izmještanje vozila koja ometaju izvršenje vatrogasne intervencije,
- zapovjediti da sve sposobne osobe koje se zateknu u blizini intervencije pomažu vatrogasnoj postrojbi, u skladu s njihovim znanjima i sposobnostima, s vozilima, oruđem i drugim prikladnim sredstvima koja posjeduju.

Zapovjednik vatrogasne intervencije može iznimno odobriti ili zapovjediti punoljetnoj osobi da obavlja pojedine pomoćne i manje složene poslove tijekom vatrogasne intervencije ukoliko je to nužno zbog uspješnosti intervencije.

## **2.1.Podjela vatrogasnih intervencija**

Podjela vatrogasnih intervencija predstavlja jedinstven pristup u kategoriziranju i vođenju evidencija o vatrogasnim intervencijama. Postojanje tipizacije vatrogasnih intervencija omogućuje statističko praćenje i izradu standardnih operativnih postupaka za vatrogasne intervencije.



Tri su osnovne kategorije vatrogasnih intervencija [2]:

- požarne intervencije,
- tehničke intervencije,
- ostale intervencije.

Požarna intervencija je vrsta vatrogasne intervencije u kojoj osnovna opasnost za život i zdravlje ljudi te za okoliš proizlazi iz opasnosti od požara i svih produkata koji su posljedica takvog gorenja [1]. Tehnička intervencija predstavlja kategoriju vatrogasne intervencije u kojoj se ne koriste uređaji, oprema i sredstva za gašenje požara nego uređaji, alati i oprema za spašavanje unesrećenih i ozlijeđenih osoba od svih opasnosti koje nisu posljedica požara [2]. Posebna kategorija vatrogasne intervencije je intervencija s opasnim tvarima gdje primarna opasnost za život i zdravlje ljudi i okoliš proizlazi iz fizikalno kemijskih svojstava pojedine opasne tvari. Ostale vatrogasne intervencije su one intervencije koje su u vatrogasni operativni centar zaprimljene kao vatrogasne intervencije i vatrogasna vozila, ljudstvo i oprema su upućeni na mjesto intervencije [1]. Pobjrojane glavne skupine vatrogasnih intervencija se dijele na podskupine, na temelju čega se odlučuje o izboru vozila, obučениh vatrogasaca, tehnike i taktika postupanja, u cilju kvalitetnog te brzog interveniranja.

### 3.POSTUPANJA VATROGASACA NA VATROGASNOJ INTERVENCIJI

Zapažanja vatrogasaca su važna, od same dojave, vremena vožnje te okolnostima koje se nalaze na putu do intervencije, sve do samog izbora taktike gašenja i pristupanja požaru. Informatizacija vatrogastva je donijela svakako pomake na bolje, postoje određeni formulari (u aplikaciji UVI5) u kojima se popunjava sam tijekom intervencije i opis štete, čime se kasnije olakšava istraga, ali je to nedovoljno jer ne postoji zakonski propisan obrazac u koji bi se mogli unijeti svi relevantni podaci neposredno nakon intervencije [4]. Problem je i velik broj vatrogasnih društava sa određenim stupnjem informacijske nepismenosti, pa se informacije ne unose pravodobno, a problem je i što je sustav osposobljavanja i usavršavanje neprilagođen navedenim situacijama.

Vatrogasci mogu promatrati i zapamtiti slijedeće okolnosti i aktivnosti s mjesta požara, te čim okolnosti dopuste, započeti i dokumentiranje tih informacija (zabilješke, audio snimke, video snimke i slično) [2]:

1. nazočnost, lokacija i stanje žrtava i svjedoka,
2. vozila koja napuštaju mjesto nesreće, prolaznici ili neobične pojave u blizini,
3. plamen i dim (volumen plamena i dima, boja, visina, smjer kretanja dima i plamena),
4. vrstu građevine i način korištenja zgrade (stambena kuća korištena kao poslovna zgrada),
5. opće stanje zgrade (upaljena svjetla, vatra u krovu kuće, razbijeni prozori ili vrata i slično),
6. okolnosti koje okružuju mjesto nesreće (blokirani kolni prilazi, oštećenja na zgradi i slično),
7. vremenske uvjete,
8. neobične pojave na mjestu nesreće (prisutnost kontejnera, neobični mirisi i slično),
9. da li su korišteni aparati za gašenje, uključujući i ventilaciju, nasilno ulaženje u zgradu i isključivanje raznih prekidača,
10. stanje požarnih alarmnih uređaja, sigurnosnih uređaja i ugrađenih prskalica za vodu.

Pravilnicima bi se svakako u budućnosti trebali doraditi postojeći obrasci za vatrogasce kako bi vatrogasci točno mogli popuniti tražene podatke i zapažanja koja su neophodna i služe kao početna informacija za daljnju istragu. Svako kriminalističko istraživanje požara ima ishodište na požarištu te je nositelj brojnih osobnih i materijalnih informacija, ali i dokaza za sudske postupke. Mjesto požara je često i mjesto kaznenog djela. Žurnost postupanja, determinirana i zakonskim odredbama vezanim uz opasnosti koje mogu nastati odgodom djelovanja, kod požara je izraženija nego kod drugih kaznenih djela ili događaja [3]. Zbog promjenjivih ili kratkotrajnih tragova, poput mirisa, boje dima, rasporeda i tijeka gorenja, boje plamena, temperature, meteoroloških i svjetlosnih uvjeta istražitelji, odnosno stručnjaci za rad na mjestu požara, trebaju izići na mjesto događaja što je moguće ranije, po mogućnosti tijekom gorenja i razvijanja požara ili tijekom neutraliziranja i gašenja [1].

Utvrđiti kontakt gorive tvari i energetskog izvora zapaljenja glavni je zadatak požarnog istražitelja u otkrivanju uzroka nastanka požara, ali je također važno utvrditi činjenicu da li je požar uzrokovan slučajno ili namjerno. Očevid požara predstavlja ključnu operaciju uočavanja i prikupljanja materijalnih tragova pomoću kojih, s tehničkog aspekta gledano, moguće objasniti događaj požara. Očevid obuhvaća skup radnji koje se poduzimaju radi prikupljanja relevantnih obavijesti koje se odnose na požar a koje se prikupljaju kroz razgovore te detaljnim pregledom mjesta događaja, pronalaskom tragova i pojašnjenja i koje za krajnji cilj imaju razjašnjenje okolnosti vezanih uz požar te identifikaciju i pronalaženje počinitelja paleži [2].

Mjesto događaja je materijalni okvir unutar kojeg je došlo do određenog događanja, ali i prostor u kojem se nalaze tragovi. Ono je izvor svih relevantnih obavijesti o požaru i predstavlja polaznu i završnu točku svih kriminalističkih i drugih istraživanja. Kada istražitelj dođe na mjesto događaja, ono je već izmijenjeno na način da su neki predmeti u opožarenom objektu promijenili pozicije u odnosu na stanje prije požara, bilo zbog djelovanja samog požara bilo zbog djelovanja vatrogasnih postrojbi (spašavanja žrtava požara i požarom ugrožene njihove imovine). Tijekom trajanja požara većina gorivog materijala izgori, a postojeći negorivi dio koji se nalazi u požaru, pretrpi veća ili manja

oštećenja zbog učinaka visoke temperature. Aktivnosti koje se odnose na tragove ili predmete pronađene na mjestu događaja koji služe kao stvarni materijalni dokazi ili predmeti za buduća vještačenja, a koji su povezani sa glavnim svrhom istraživanja požara i otkrivanja počinitelja kaznenog djela započinju osiguranjem mjesta izvršenja kaznenog djela [3].

Prva radnja nakon zbrinjavanja i pružanja prve potrebne pomoći ozlijeđenim osobama i otklanjanja mogućih neposrednih opasnosti je brzo i efikasno osiguranje mjesta događaja radi očuvanja tragova i autentičnosti mjesta požara što je nužno za kvalitetnu istragu. Mjesto događaja ili izvršenja kaznenog djela stoga mora u potpunosti ostati u neizmijenjenom stanju i obliku do dolaska istražitelja. Ne smije se ništa dirati, niti vršiti bilo kakve promjene stanja, pa je važno poduzeti mjere i radnje za zaštitu i očuvanje ostavljenih tragova. Vatrogasci mogu znatno promijeniti sliku mjesta događaja, a razlog je što su prisiljeni djelovati bilo prilikom spašavanja života ili uklanjanjem gorućeg materijala. Po dojavi o događaju požara koji se zaprima u Operativnom dežurstvu Ministarstva unutarnjih poslova Republike Hrvatske, na mjesto događaja upućuje se i najbliža policijska ophodnja zbog fizičkog osiguranja mjesta događaja te provođenja ostalih propisanih radnji [5]. Po dojavi se organiziraju stručne službe te se o događaju izvještava dežurni istražni sudac.

Stručni tim za istraživanje požara čine slijedeće osobe [3]:

1. stručne osobe za utvrđivanje uzroka požara,
2. djelatnici policije, kriminalistički tehničari i prema potrebi vještaci,
3. specijalisti za pojedine vrste požara,
4. istražitelj (glavni rukovoditelj istrage).

Osiguranje mjesta događaja ovisi o mnogim objektivnim okolnostima konkretnog slučaja te vrsti i prirodi tragova, lokaciji mjesta, atmosferskim prilikama, postoji ipak nekoliko osnovnih jasno određenih, uvijek važećih pravila koja se primjenjuju općenito na sve slučajeve i situacije, a to su [2]:

1. određivanje fizičkog prostora osiguranja mjesta događaja te postavljanje vidljive trake. Ovlaštena osoba (vatrogasni zapovjednik), na temelju prvog pregleda procjenjuje veličinu prostora koji će se fizički osigurati te povlači i učvršćuje vidljivu traku. Ako na raspolaganju nije adekvatno sredstvo, koriste se provizorna i priručna sredstva koja stoje na raspolaganju,
2. udaljavanje svih neslužbenih osoba iz osiguranog prostora i zabrana pristupa svima koji nisu uključeni u vatrogasni ili istražni proces. Od zatečenih osoba na mjestu događaja (svjedoci, članovi obitelji, susjedi) uzimaju se žurno osnovni podaci i bilježe izjave vezane uz nastali događaj,
3. obveza čuvanja mjesta događaja netaknutim što znači kako nema hodanja po mjestu događaja, nema diranja i pomicanja predmeta i doticanja tragova, pušenja i bacanja opušaka, naslanjanja na površine, otvaranja i zatvaranja vrata, korištenja sanitarnih prostorija, paljenja svjetala i drugih sličnih radnji. Kretanje po mjestu događaja treba biti svedeno na najmanju moguću mjeru, što znači da nepozvane osobe ne mogu pristupiti mjestu događaja. Osobama koje imaju obvezu kretanja, kao što su bolničari ili liječnici, vatrogasci, djelatnici plinare ili elektrodistributeri treba omogućiti krajnje racionalno i oprezno kretanje uz minimalnu mogućnost promjene postojeće situacije. Sve pravce kretanja, boravka i aktivnosti treba detaljno pamtiti, bilježiti i označavati,
4. osobe koje osiguravaju prostor ne smiju davati nikakve obavijesti u razgovoru s građanima, susjedima i neovlaštenim osobama, a posebice ne podatke koji se odnose na gorivu ili eksplozivnu tvar te dinamiku širenja požara ili moguće uzroke i obavijesti o počinitelju,
5. podaci o događaju stroga su tajna, pa je bitno imati na umu važnost svake obavijesti u kasnijem kriminalističkom radu, posebno poligrafskom ispitivanju mogućih počinitelja i suučesnika,
6. obavijesti o načinu izvršenja ili sredstvu izvršenja, žrtvi ili općenito o kaznenom djelu počiniteljima su već dobro poznate. Osobe koje osiguravaju prostor pažljivo promatraju i slušaju razgovore svih prisutnih osoba, a ne samo onih od kojih se obavijesti prikupljaju,

7. zaštita tragova u slučaju nevremena (kiša, snijeg, vjetar), tragova stopala, krvi, pneumatike vozila, papilarnih linija i slično pri čemu je važno [4]:

- odložiti moguće dokaze u pripremljene i označene posude za transport i čuvanje. Mogući dokazi za daljnju laboratorijsku obradu zapaljivih tekućina moraju odmah biti stavljeni u čiste, dotada nekoristene posude, koje sadržaj čuvaju od hlapljenja koje potom trebaju biti zapečaćene,
- saviti naljepnicu na svaku posudu i jedinstveno je označiti (ime i prezime istražitelja, datum i vrijeme prikupljanja, broja slučaja i predmeta te opis lokacije gdje je uzrok pronađen),
- prikupiti i sačuvati odgovarajuće uzorke potrebne za uspoređivanje, imajući u vidu da takvi uzorci možda više ne postoje,
- zapakirati uzorke u skladu s laboratorijskim propisima i pravilnicima,
- uočiti prisutnost drugih materijalnih mogućih dokaza te koristiti odgovarajuću zaštitu i metode prikupljanja ili tražiti drugu kvalificiranu pomoć.

Pažnja posvećena kontroli mjesta požara te prikupljanju mogućih dokaza i pakiranju pomaže u sprječavanju kontaminacije, a čuva i cjelovitost potencijalnih dokaza. Da bi se spriječile promjene na mogućim dokazima, nakon što su već prikupljeni, zahtjeva se kontrolirano pakiranje i transport istih. Istražitelj treba osigurati da se poštuje procedura o spremanju, pakiranju i transportu, kako bi se spriječile promjene na prikupljenim uzorcima [1]. Lanac u čuvanju mogućeg dokaznog materijala, od prikupljanja do konačnog odlaganja, osigurava njegov integritet. Pravilnim i pravovremenim osiguranjem mjesta događaja omogućuje se provođenje svih mjera i radnji tijekom očevida te ispravan i sveobuhvatan daljnji istražni postupak [3].

Razorna moć vatre lako može ugroziti dokaze. Što je veća vatra i što dulje gori, manje će dokaza o uzroku požara ostati. U nekim požarima, dokazni materijal neće postojati, a uništavanje dokaza se također može dogoditi normalnim i nužnim djelovanjem vatrogasaca koji obavljaju radnje spašavanja, gašenja, rastavljanja i slično. Opasnost koju veći požar predstavlja zdravlju i dobru zajednice znači da će se ondje zateći

predstavnicima policije, vatrogastva, hitne pomoći, bolničkog osoblja, javnog zdravstva te drugi predstavnici javnih djelatnosti koji mogu obavljati neku svoju službu [2]. Prisutnost velikog broja ljudi na požarištu poput primjerice predstavnika medija te građana otvaraju brojne mogućnosti da mjesto nesreće bude ugroženo, a ključni dokazi kontaminirani, uklonjeni ili čak uništeni.

Postoji također mogućnost da inspektor za zaštitu od požara i kriminalistički službenik ne obavještavaju očevid požara u cijelosti. Zbog zahtjevnosti samog spašavanja, otrovnih tvari, medicinske pomoći na terenu i uz dodatak gašenja požara, vatrogasne jedinice često se nađu u nedostatku sredstava za obavljanje svih dužnosti [1]. Nužno je poticati svijest o prevenciji požara propisivanjem i kontrolom mjera, te savjesnim stručnjacima zaštite od požara i zaštite na radu, savjesnim poslodavcima koji uvažavaju i ugrađuju te iste propisane mjere [3]. Prevenirati požar znači poduzimati radnje tako da ne bude gubitaka života i vlasništva, da nema rizika za službeno osoblje i da nema troškova strojeva i sredstava [4]. Istraživanje požara znači poduzimanje radnji po kojima će potencijalno slučajna ili kriminalna ugroza društva u budućnosti možda biti otklonjena.

## 4. BESPILOTNE LETJELICE U SUSTAVU VATROGASTVA

Prema europskoj terminologiji, bespilotna letjelica je svaki zrakoplov koji ne nosi ljudsku posadu, ponovno je uporabljiva (ili nije nakon) uporabe, daljinski je upravljana, polu-nezavisna ili potpuno nezavisna (ili kombinacija te dvije), ima mogućnost nošenja korisnog tereta čime se osposobljava za zadaće unutar zemljine atmosfere i iznad za određeno trajanje zadaće [5]. U američkoj terminologiji, bespilotna letjelica je letjelica ograničena na let u uvjetima bez naoblake, izvan nadziranog područja kontrole letenja, unutar elektronske udaljenosti operatera od letjelice najčešće u ograničenom zračnom prostoru [4]. Bespilotne letjelice (engl. UAV-Unmanned Aerial Vehicles) su daljinski upravljane ili samoupravljive letjelice koji mogu nositi koristan teret.

Sustav bespilotne letjelice se dijeli na dva dijela:

1. bespilotne letjelice,
2. upravljačke jedinice.

Bespilotne letjelice se prema djelatnosti upotrebe dijele na [5]:

1. vojne,
2. civilne,
3. istraživačke.

Prema doletu se bespilotne letjelice dijele na [5]:

1. mini letjelice,
2. letjelice kratkog doleta,
3. letjelice srednjeg doleta,
4. letjelice velikog doleta.



Prema pogonskoj skupini bespilotne letjelice se dijele prema [6]:

1. motoru sa unutrašnjim izgaranjem,
2. turbo-prop pogonu,
3. mlaznom pogonu,
4. alternativnom pogonu.

Prema masi se bespilotne letjelice dijele na [6]:

1. letjelice < 150 kg,
2. letjelice 151-750 kg,
3. letjelice 751-5670 kg,
4. letjelice >5670 kg.

Prema načinu upravljanja bespilotne letjelice mogu biti [5]:

1. upravljane sa zemlje,
2. autonomnog sustava uspravljanja.

Međunarodno udruženje bespilotnih letjelica svrstava bespilotne letjelice u slijedeće kategorije [6]:

1. Micro,
2. Mini,
3. Close Range,
4. Short Range,
5. Medium Range,
6. Medium Range Endurance,
7. Low Altitude Deep Penetration,
8. Low Altitude Low Endurance,
9. Medium Altitude Long Endurance,
10. High Altitude Long Endurance,
11. Unmanned Combat Air Vehicle,
12. Stratospheric,
13. Exo-Stratospheric,

14. High Altitude,
15. Testbed.

Kako bi se olakšala navedena podjela, spajaju se pojedine skupine bespilotnih letjelica, pa se one dijele na [6]:

1. Mini,
2. Short Range,
3. Medium Range,
4. High Altitude,
5. Long Endurance.

Iako su prvotno bespilotne letjelice razvijane za vojnu namjenu, one nalaze veliku primjenu u civilnom zrakoplovstvu, a naročito u sustavu civilne zaštite (policija, vatrogasci, carina). Zrakoplovstvo je vrlo neprofitabilno. Nabava, održavanje postojećih sustava, modernizacija i obuka osoblja zahtijevaju velike svote novaca. Cijena nabavke jednog bespilotnog sustava, koji uključuje letjelicu i upravljačku jedinicu, je značajno manja od nabavke jednog zrakoplova za nadzor, opremljenog sustavima za motrenje [4]. Danas se cijene bespilotnih sustava kreću od 100.000 USD do 10 milijuna USD, ovisno o namjeni letjelice [6].

#### **4.1. Povijesni razvoj**

Za vrijeme Drugog svjetskog rata su saveznici i sile osovine podjednako trpili velike gubitke u zrakoplovima i posadama tijekom misija, pa se tražio način da se konstruiraju „pametne“ bombe koje bi bile lansirane sa zemlje ili iz zraka sa sigurne udaljenosti te bi pogodile željeni cilj bez mogućnosti gubitka zrakoplova i posade. Prvi pokušaji, s relativnim uspjehom su bile V-2 rakete njemačke proizvodnje, koje nisu radile veliku materijalnu štetu već su imale psihološki učinak na stanovnike Londona i okolice [4]. Tijekom Drugog svjetskog rata su dakle razvijene prve primitivne bespilotne letjelice. Bez obzira na mnoge mogućnosti primjene bespilotnih letjelica u civilnim ili komercijalnim svrhama, bespilotne letjelice dominiraju u vojnoj djelatnosti.

U vojnoj industriji je logično da se na opasne te duge misije pošalje bespilotna letjelica koju ako neprijatelj i uništi, velike su vjerojatnosti da će obaviti misiju, a neće se ugroziti život pilota. Bespilotnu letjelicu se lako i brzo može nadomjestiti, pilota ne. S ekonomskog aspekta gledano, zračno fotografiranje, provjera dalekovoda, naftovoda, nadgledanje šumskih požara, elementarnih katastrofa su samo neke od brojnih primjena koje bespilotna letjelica može jednako dobro obaviti kao i ljudstvo na terenu, ako ne i bolje. U Japanu se tako koristi UAV (Unmanned Aerial Vehicle- bespilotna letjelica) za zaprašivanje polja [6]. Američka savezna država Arizona, koja graniči s Meksikom ima velike probleme s imigrantima desetljećima, pa svoje granice nadzire bespilotnim letjelicama.

Možda pravi izgled budućnosti prikazuje američka bespilotna letjelica Global Hawk, koja nema pilota na zemlji, već računalo upravlja letjelicom samostalno. Prvi je puta predstavljena javnosti kada je u 2001. godini letjela samostalno bez prekida 7500 NM od američke obale do Australije na visini od 65000 stopa (19000 m) te brzinom od 350 čvorova [6]. Global Hawk je jedna od prvih letjelica koja predstavlja revoluciju u zrakoplovstvu. U ovom ću radu razraditi razvoj, primjena i budućnost bespilotnih letjelica u sustavu vatrogastva, te njihovo mjesto u današnjem svijetu.

Prva bespilotna letjelica bila je AQM-34L koji je 50-ih godina prošlog stoljeća konstruiran u Sjedinjenim Američkim Državama i koji je bio programiran da leti nezavisno i upotrebljavan je tijekom vijetnamskog rata za izviđanje. Bio je pokretan mlaznim motorom te je korišten za fotografiranje, elektronsko ometanje te kao mamac za protuzrakoplovnu obranu. Postizao je najveću brzinu od 580 mi/h, imao je dolet 950 km te vrhunac leta od 50000 stopa (15000 m) [4]. Prihvat je osiguran pomoću padobrana.

Compass Arrow predstavlja drugu generaciju bespilotnih letjelica koja je bila konstruirana za let na visinama od 78000 stopa (23000 m). Ova je letjelica imala dolet 3200 km potpuno nezavisno zahvaljujući Dopplerovom sustavu navigacije i bila je namijenjena za izvidničku misiju [4].

MQ-1 Predator predstavlja treću generaciju bespilotnih letjelica te je u upotrebi američkog ratnog zrakoplovstva od 1994. godine [4]. Korišten je u Iraku, Bosni, Kosovu i Afganistanu kao izvidnička letjelica, šaljući video sliku u realnom vremenu u zapovjedni centar. Sposoban je letjeti u svim vremenskim uvjetima. Može izdržati u zraku 24 sata i nositi teret od 200 kg, vrhunac leta iznosi 25000 stopa (7000 m) i slijeće na USS što predstavlja idealnu letjelicu za primjenu u protupožarnoj zaštiti, policiji, SAR, nadzoru granice i drugim sustavima civilne zaštite, o čemu će biti više riječi u daljnjem tekstu rada.

RQ-2 Pioneer predstavlja prvu od predzadnje generacije bespilotnih letjelica koja je u upotrebi od 1986. godine [4]. Prvotno je bila namijenjena za operacije sa brodova kao izvidnička podrška za brodsko topništvo, izviđanje terena za iskrcavanje marinaca te nadzor područja. Povrat je osiguran hvatanjem letjelice u mrežu. Izdržljivost iznosi oko 5 sati i može letjeti do visine od 15000 stopa (4500 m) [6]. Za razliku od MQ-1 Predatora ova je letjelica mnogo manja, lakša i nosivost korisnog tereta iznosi oko 35 kg [5].

Global Hawk je letjelica koja predstavlja vrhunac američkog programa bespilotnih letjelica. Sposobna je nadzirati područje od 40000 kvadratnih milja dnevno leteći na visini od 65000 stopa (19000 m) sa izdržljivosti od 32 sata, pritom noseći teret težine 800 kg [6]. Očekuje da bi mogao zamijeniti zrakoplove tipa E-3 Sentry i E-2 Hawkeye koji služe kao radarski sustavi za kontrolu zračnogprostora, nadzor zone zabrane letenja i druge vojne operacije.

RQ-8 Fire Scout pripada bespilotnim letjelicama čija je najveća prednost u odnosu na druge sustave da može lebdjeti na jednom mjestu, snimati video zapis, ili služiti kao laserski označivač cilja sakriven iza drveća ili zgrade te upućivati napadačke zrakoplove na odabrani cilj [6]. U civilnoj uporabi najveću primjenu ima u policijskoj službi ili kao sustav za motrenje protoka prometa u gradovima.

MQ-9 Predator B je bespilotna letjelica najnovije generacije koja predstavlja veću inačicu MQ-1, sa jačim motorom, većom izdržljivošću te sposobnosti nošenja tereta od 340 kg unutar letjelice te 1500 kg tereta na vanjskim nosačima [5]. Američka vojska vidi ovu letjelicu kao platformu za nošenje do 10 raketa Hellfire, čime bi u budućnosti mogao preuzeti ulogu napadačkih zrakoplova čija je misija oblikovana za protutenkovsku borbu [5]. Civilna svrha za sada još nije poznata.

Dragon Eye se ubraja u skupinu malih bespilotnih letjelica novije generacije kratke istrajnosti koje su ponajprije razvijene za timove specijalnih postrojbi kao izvidnički sustav. Dolet iznosi do 10 km i sposoban je nositi tv kameru ili senzore [6]. Masa mu iznosi 2,2 kg, visina leta do 1000 stopa, te nosivost korisnog tereta oko 0,5 kg [5]. Najveću primjenu nalazi u policiji i carinskoj službi, no nije isključena primjena niti u drugim djelatnostima poput vatrogastva.

Wasp AeroVironment je bespilotna letjelica jednostavna za održavanje i uporabu. Mase od samo 0,02 kg može letjeti 100 minuta u krugu radijusa 900 metara [6]. Danas se na tržištu može naći veliki broj sličnih sustava, te se njihov udio u broju bespilotnih letjelica najbrže povećava.

Bell Eagle Eye je bespilotna letjelica dvojakog karaktera koja objedinjuje manevarske karakteristike helikoptera i letne performanse zrakoplova. Zahvaljujući sposobnosti horizontalnog leta, letjelica troši manje goriva što joj omogućava dulju istrajnost. Malih je dimenzija te prilagođena za operacije sa manjih brodova i gustih gradskih područja. Letjelica može letjeti 6 sati noseći teret od 100 kg, te operira na visinama do 20000 stopa (6000 m) [7].

Brojni su sustavi bespilotnih letjelica danas u razvoju diljem svijeta, posebice u Sjedinjenim Američkim Država te Kini, no velika je vjerojatnost da većina tih projekata neće zaživjeti, ali će poslužiti kao demonstratori tehnologija novih generacija bespilotnih letjelica. Tendencija razvoja bespilotnog zrakoplovstva današnjice je da se jednoga dana u potpunosti zamijeni pilot, što će dovesti do razvoja manjih, okretnijih i bržih letjelica.

## **4.2.Pogon bespilotnih letjelica**

Pogon daje bespilotnoj letjelici istrajnost za let. Ovisno o potrošnji goriva letjelica će moći duže ili kraće ostati u zraku. Specifična masa pogona daje podatak koliko se jedinica snage (npr. ks) dobije po jedinici mase motora ili gorive ćelije [4]. U budućnosti će bespilotne letjelice koristiti neki od električnih pogona kao što su gorive ćelije i solarna energija. Solarna energija će biti isplativa za HALO letjelice (engl. High Altitude Long Endurance) zbog njihove relativno male mase i male potrebe za energijom [6]. Primjer je letjelica Pathfinder koja je letjela na visini od 80.000 stopa pokretana sa 8 električnih motora ukupne snage 10 KS [7]. Gorive ćelije još uvijek stvaraju premalo energije za pokretanje motora, no to bi se u bližoj budućnosti moglo promijeniti.

## **4.3.Sustav za izbjegavanje sudara u prometu za bespilotne letjelice**

Da bi se zaštitili ostali sudionici zračnog prometa, nužno je razviti sustav protiv sudara (engl. TCAS - Traffic Alert Collision Avoidance System) za bespilotne letjelice. Sustav je zamišljen da radi na istom principu kao kod zrakoplova sa ljudskom posadom, no složenija je izvedba. Važno je uzeti u obzir da prilikom bliskog kontakta dvije letjelice piloti izbjegavaju sudar služeći se i gledanjem kroz prozor i prateći situaciju na zaslonu TCAS-a. U takvoj bi situaciji pilot UAV-a skrenuo u istom smjeru kao i zrakoplov opremljen TCAS-om te bi došlo do sudara u zraku.

Kod nezavisnih sustava, TCAS bi morao preuzeti upravljanje letjelicom i izbjeći prepreku, odnosno zrakoplov, te nakon toga vratiti kontrolu nad letjelicom sustavu za let [7]. Zbog navedenog je potrebno strogo definirati nužnu opremu UAV-a te procedure za izvanredne situacije. Dosadašnja istraživanja ukazuju na činjenicu kako bi trošak razvoja nezavisnih TCAS sustava bi bio golem, stoga se njihovo uvođenje u bliskoj budućnosti ne nazire.

#### 4.4. Transporti tereta

Ovisno o tipu i veličini, bespilotne letjelice najčešće imaju ugrađene sustave za zračno snimanje i praćenje ciljeva na zemlji [7]. Neborbene letjelice, kao i one za civilnu upotrebu poput onih u sustavu vatrogastva su opremljene u skladu sa profilom misije koju obavljaju. Podaci koje letjelica prikuplja se obrađuju na letjelici i šalju putem podatkovne veze u GCS ili upravljački centar, gdje se analiziraju. Bespilotne letjelice posljednje generacije su konstruirane na način da osim tereta kojeg nose u trupu, mogu nositi i do 1500 kg tereta na podkrilnim nosačima. Upravljivi baloni zbog vlastite mase nude mogućnost nošenja većeg terete [6]. Primjer navedenog je djelovanje pripdanika američke vojske u suradnji sa DEA (engl. Drug Enforcement Agency) koja koristi balon bez posade te uz pomoć radara ugrađenog u trup balona nadzire južnu granicu SAD-a sa Meksikom [5].

#### 4.5. Pouzdanost bespilotne letjelice

Pouzdanost je vjerojatnost da će sredstvo izvršiti zadanu funkciju u zadanim uvjetima i u tijeku zadanog vremena [4]. Da bi se odredila pouzdanost zrakoplova, važno je definirati četiri parametra preko kojih se ona određuje [5]:

1. Parametar nezgode (engl. MR-Mishap Rate) - predstavlja broj nezgoda na 100.000 sati leta od ukupnog vremena leta cijele flote,
2. Srednje vrijeme između otkaza (engl. MTBF- Mean Time Between Failure) je odnos sati leta i broja promatranih intervala održavanja. Izraženo je u satima,
3. Raspoloživost (engl. A-Availability) je vjerojatnost da će sredstvo spremno započeti sa radom, a izražena je u postotku,
4. Pouzdanost (engl. R-Reliability) se izračunava po formuli:

$$R=100-p,$$

Prva inačica bespilotnih letjelica RQ-1 je imala dosta problema sa raspoloživost, odnosno spremnosti za izvršavanje zadaće. Ti su problemi razvojem i modifikacijom uklonjeni te je raspoloživost povećana na 93 %, a pouzdanost na 89 % dok je MR smanjen sa 43 na 31 nezgode što je smanjenje od 27 % [5]. Sličan je bio i slučaj sa RQ-2, što ukazuje da razvojem i nadogradnjom postojećih sustava uklanjaju nedostaci letjelica čime se dolazi do pouzdane te sigurne bespilotne letjelice.

Analizom otkaza sustava bespilotnih letjelica u razdoblju od 1985. godine do danas, čak 4/5 svih otkaza otpada na pogon, upravljački sustav (kontrola) i ljudski faktor [7]. Povećanjem pouzdanosti u tim područjima, značajnije bi se smanjio broj nesreća i gubitak letjelica. To je moguće isključivo dogradnjom postojećih sustava i razvojem novih koji koriste nove tehnologije i materijale [6].

#### **4.6.Upravljačka jedinica**

Može se reći kako je upravljanje bespilotnom letjelicom gotovo identično upravljanju klasičnim zrakoplovom. Prije leta, pilot, odnosno operater obavlja briefing, pregled letjelice te pripreme za misiju. Temeljna je razlika između upravljanja klasičnim zrakoplovom i bespilotnom letjelicom što pilot ne sjeda u letjelicu već u upravljačku jedinicu (engl. GCS-Ground Control Station). Upravljačka jedinica može biti smještena na vozilo, što povećava pokretljivost bespilotne letjelice [5].

Svaku upravljačku jedinicu tvori sučelje za pilota letjelice i operatera opreme. Glavna zadaća upravljačke jedinice je [8]:

1. nadgledanje letjelice u tijekom procesa letenja,
2. prijenos i analiza informacija koje letjelica odašilje.

Svaka upravljačka jedinica najčešće sadrži tri konzole. Jedna konzola služi pilotu za upravljanje, druga operateru opreme za obradu podataka snimanja, dok treća prikazuje položaj letjelice, podatke o misiji i druge nužne informacije. U slučaju kvara sustava, može



se prebaciti funkcija sa jedne konzole na drugu. Slika 1. prikazuje unutrašnjost upravljačke jedinice.



Sl. 1. Unutrašnjost upravljačke jedinice [9]

Sustav za upravljanje omogućava današnjim letjelicama da uz pomoć satelitske veze „komuniciraju“ sa upravljačkim jedinicama čime se povećava njihov akcijski radijus [8].

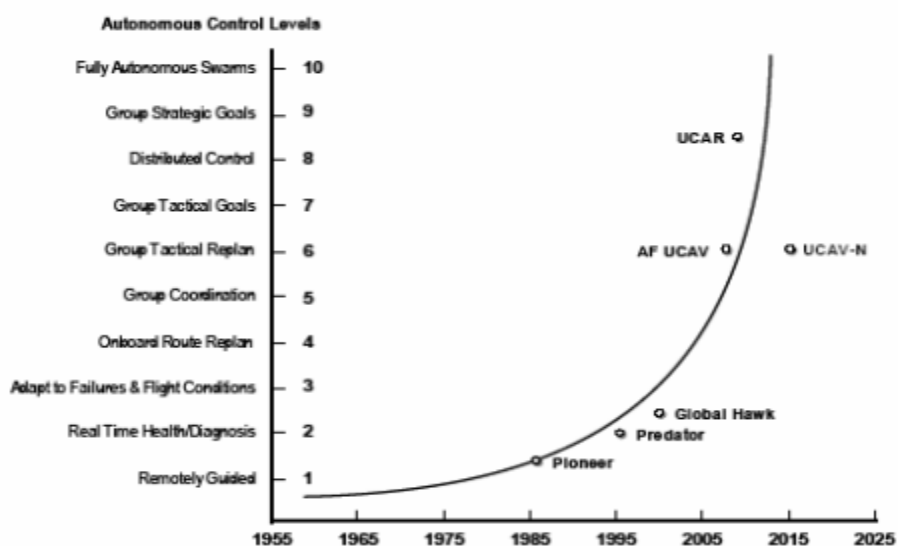
#### **4.6.1. Komunikacija bespilotne letjelice i upravljačke jedinice**

Problem kod upravljanja bespilotnom letjelicom i obradom podataka koje ona prikuplja se javlja prilikom prijenosa podataka. Mogućnost prijenosa što većeg broja podataka iz letjelice je ograničena računalnom brzinom procesora i kapacitetom podatkovne veze [5]. Današnji procesori su prespori za obradu svih podataka pohranjenih u bespilotnoj letjelici tijekom leta, a da bi se uspješno rezultate poslalo u upravljačku jedinicu upotrebljava se podatkovna veza. Podaci se odašilju putem radijske frekvencije, izravnim putem ili posredstvom satelita.

Razvojem naprednijih sustava povećava se količina podataka koji se šalju na zemlju i njihovo povećanje je ograničeno granicom protoka podataka [7]. Rješenje je upotreba novih načina modulacije signala čime se ostvaruje veza od 10 Gbps [8]. Novost je razvoj optičkih podatkovnih veza, čime se lasercom-a ostvaruje veza od 20 do 50 Gbps [8].

Takvi sustavi teže 30-50% mase prijašnjih sustava, troše također manje energije, no još uvijek se usavršavaju te nisu u raširenoj upotrebi.

Razvoj procesora se u zadnja tri desetljeća odvijao prema Mooreovom zakonu koji je još 1965. godine predvidio da će se broj tranzistora u procesorima povećavati svakih 12-18 mjeseci za dvostruko [5]. Radi se o procesorima koji bi postizali brzinu od 1 THz (1000 GHz), a takvi brži te napredniji procesori rezultiraju razvojem nezavisnih sustava bespilotnih letjelica koje mogu slati već obrađene podatke u centar što je prikazano na slici. 2.



Sl. 2. Tendencija rasta nezavisnosti bespilotnih letjelica [9]

Fizička granica iskoristivosti silicija koja ujedno predstavlja temelj suvremene tehnologije, onemogućava razvoj bržih procesora. Danas se razlikuju četiri alternative razvoja procesora, a to su [7]:

1. optički,
2. biokemijski,
3. molekularni,
4. kvantni.

Od pobrojanih procesora u razvoju najviše uspjeha obećava kvantni procesor koji je idejno zamišljen da se temelji na principu optičke sklopke. Za svako osvjetljenje diode,

generirao bi se signal 1, u protivnom 0. Njihovi prototipovi se očekuju za otprilike pet godina, nakon čega će se brzo naći u komercijalnoj primjeni.

#### **4.7. Trošak razvoja bespilotnih letjelica**

Letjelice kao i sva prijevozna sredstva generiraju trošak koji se mjeri u kilogramima, pa se na svaki kilogram prazne bespilotne letjelice mora utrošiti 3000 USD, a na svaki kilogram tereta i letjelice 16.000 USD [8]. Iako su bespilotne letjelice poprilično skupe, prednost su sustavi nužni za pilota u zrakoplovu (sustav za disanje, sjedalo za iskakanje, oprema za preživljavanje, upravljačke komande i slično) koje imaju masu od 1500 kg za jednopilotni, odnosno 2500 kg za dvopilotni zrakoplov što iznosi 10 - 15% ukupne mase zrakoplova [7]. Uklanjanjem istih, u slučaju bespilotne letjelice, dobiva se manja masa letjelice, što smanjuje izmjere letjelice, a u konačnici i ukupni trošak zrakoplova.

Ako se primjerice pomnoži 1500 kg sa 3000 USD/kg, dobiva se iznos od 4,5 milijuna USD, odnosno 7,5 milijuna USD koji bi se mogli uštedjeti na bespilotnoj letjelici u odnosu na letjelicu upravljaju od strane od pilota [6]. Značajniji iznos bi se trebao i uložiti u razvoj software-a za upravljačke jedinice. Prednost u odnosu na zrakoplove upravljane od pilota je svakako mogućnosti primjene jednog univerzalog tipa upravljačke jedinice za razne vrste bespilotnih letjelica. Tako se može konstruirati te proizvesti jedna upravljačka jedinica koju bi se ugradilo te upravljalo primjerice Pioneerom i Hunterom čime bi se uvelike smanjio trošak razvoja pojedinih upravljačkih sustava za pojedine bespilotne letjelice. Prednost bespilotnih letjelica bi se dokazala u mogućnosti obavljanja istih zadaća koje obavljaju zrakoplovi sa posadom, ali uz znatno manje troškove eksploatacije [7].

#### **4.8. Tendencija razvoja bespilotnih letjelica**

Uvođenje bespilotnih letjelica u civilno zrakoplovstvo poput primjerice sustava vatrogastva ograničava cijena razvoja istih. Najveći problemi današnjice koji se moraju riješiti kako bi se bespilotne letjelice implementirale u široku primjenu su [8]:

1. nerazrađena međunarodna regulativa,
2. mogućnost primjene,
3. kratka istrajnost.

Opći ciljevi razvoja bespilotnih letjelica su [6]:

1. razvoj pogonskog sustava koji bi se temeljio na tehnologiji gorivih ćelija i stvarao dovoljno energije za pogon manjih letjelica,
2. smanjiti troškove razvoja i proizvodnje trupa i krila kroz primjenu novih tehnologija spajanja kompozitnih materijala,
3. razvoj bespilotnih letjelica sa mogućnošću krstarenja na visini u trajanju nekoliko tjedana,
4. ustrojiti međunarodnu regulativu za bespilotne letjelice,
5. razviti i donijeti sigurnosne standarde letenja i upravljanja bespilotnim letjelicama,
6. zaštita podataka od neovlaštene upotrebe.

#### **4.9. Alternativni pogon bespilotnih letjelica**

Posljednjih je desetljeća, cijena sirove nafte u stalnom porastu jer je potražnja za naftom sve veća, a ponuda se smanjuje, a k tome se sve više na globalnoj razini vodi računa o održivom razvoju i smanjenju zagađenja okoliša. Računa se da će se svjetske zalihe nafte iscrpiti za 20-ak godina te je primjena alternativnih pogona sasvim razumna. Alternativni pogon čine:

1. gorive ćelije,
2. solarna energija.

## 5.PRIMJENA BESPILOTNIH LETJELICA U SUSTAVU VATROGASTVA

Bespilotne letjelice ili dronovi nisu novina u sustavu vatrogastva u svijetu što potvrđuje sve veći interes vatrogasnih postrojbi diljem svijeta za ovu tehnologiju, kako dobrovoljnih, tako i onih profesionalnih. Hrvatska vatrogasna zajednica (HZV) je u suradnji sa Hrvatskom kontrolom zračne plovidbe do 2021. godine provela profesionalnu obuku nad oko 70 operatera bespilotnih letjelica (UAS) [5]. Svi piloti koji su prošli obuku za upravljanje bespilotnim letjelicama, bilo za privatne potrebe ili za potrebe vatrogastva dužni su poštivati svu propisanu zakonsku regulativu.

Na području Republike Hrvatske kada se radi o bespilotnim letjelicama nadležne su tri institucije:

1. Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo (HACZ),
2. Hrvatska kontrola zračne plovidbe (HKZP),
3. Državna geodetska uprava (DGU).

Zakonski okvir vezan za bespilotne letjelice na području Republike Hrvatske odnosi se na [5]:

1. Pravilnik o upravljanju zračnim prostorom (Narodne novine br. 20/23),
2. Uredba komisije (EU) o pravilima i postupcima za rad bespilotnih letjelica (2019/947)

U sustavu vatrogastva bespilotne se letjelice koriste za:

1. požarne intervencije,
2. elementarne nepogode,
3. SAR – portage i spašavanja,
4. prometne nesreće,
5. protupožarnu preventivu,
6. zapovjedna mjesta.

Vežano uz požarne intervencije bespilotne letjelice se koriste u svrhu [5]:

1. nadzora požara otvorenog prostora,
2. nadzora strukturalnog požara,
3. termalne kamere,
4. prijenos slike u realnom vremenu,
5. efikasniji od čovjeka,
6. ekonomičnost.

Vežano uz elementarne nepogode bespilotne letjelice se koriste u svrhu:

1. pronalaska osoba,
2. praćenja situacije,
3. brze procjene štete.

Vežano uz SAR bespilotne letjelice se koriste u svrhu:

1. pronalaska osoba,
2. brže od čovjeka i potražnog psa,
3. rad noću – termalna kamera,
4. transport medicinskih potrepština, hrane i vode.

Vežano uz prometne nesreće bespilotne letjelice se koriste u svrhu:

1. nadzora i pristupa prometnim nesrećama sa više vozila i više unesrećenih osoba,
2. lakše koordinacije ljudi i tehnike,
3. nadzora opasnih tvari.

Vežano uz protupožarnu preventive bespilotne letjelice se koriste u svrhu:

1. RPAS – bespilotne letjelice s određenom razinom autonomnosti,
2. preventivni nadzor rizičnih područja,
3. nadzor požara,
4. brže aktiviranje vatrogasnih snaga.

Temeljne prednosti implementacije i upotrebe bespilotnih letjelica u sustavu vatrogastva su:

1. efikasnost,
2. pristup teško dostupnim mjestima,
3. sigurnost,
4. ekonomičnost.

Temeljni nedostaci implementacije i upotrebe bespilotnih letjelica u sustavu vatrogastva su:

1. zloupotreba,
2. dostupnost,
3. nepravilno rukovanje.

### **5.1. Postupak prije nabave, evidencija sustava i registracija u CCAA i HVZ**

Prije same nabave sustava bespilotnog zrakoplovstva vatrogasna postrojba, odnosno organizacija kontaktira Hrvatsku vatrogasnu zajednicu (HZV) ili osobu zaduženu za pružanje podrške operaterima i udaljenim pilotima bespilotnih letjelica (UAS) te iste izvještava o namjeri nabave sustava bespilotnog zrakoplovstva [5]:

1. nakon nabave sustava bespilotnog zrakoplovstva operator bespilotne letjelice (UAS) se evidentira pri Hrvatskoj vatrogasnoj zajednici unutar Registra bespilotnih letjelica Hrvatske vatrogasne zajednice,
2. Hrvatska vatrogasna zajednica operatoru bespilotne letjelice izdaje dokument o registraciji u Registru s registracijskim brojem pod kojim se operator bespilotne letjelice vodi u Hrvatskoj vatrogasnoj zajednici,
3. operator bespilotne letjelice se zatim samostalno registrira u Hrvatskoj agenciji za civilno zrakoplovstvo (CCAA) te prilikom registracije prilaže dobiveni registacijski broj u Hrvatsku vatrogasnu zajednicu,
4. operator bespilotne letjelice unosi sustav bespilotnog zrakoplovstva u informatički program Hrvatske vatrogasne zajednice *Vatronet*, a ako operator nema

moćnost koristiti spomenuti informatički program, isto obavlja županijski, odnosno regionalni koordinator,

5. svaki operator bespilotnih letjelica dužan je redovito voditi *Knjigu letačkih operacija* u pisanom ili informatičkom obliku (bilježi se tko je od udaljenih pilota, kada i s kojom letjelicom letio bilo da se radi o vježbi ili o intervenciji),
6. svaki udaljeni pilot u susatvu vatrogastva dužan je voditi *Osobnu knjigu leta udaljenog pilota* u pisanom ili informatičkom obliku (bilježe se svi relevantni podaci o letu te osnovne informacije).

Registar bespilotnih letjelica Hrvatske vatrogasne zajednice sadrži podatke o [5]:

1. svim ovlaštenim operatorima bespilotnih letjelica za sustav vatrogastva,
2. registriranim bespilotnim sustavima za potrebe sustava vatrogastva,
3. ovlaštenim udaljenim pilotima u sustavu vatrogastva,
4. ovlaštenim koordinatorima (zamjenici i administratori), operacija bespilotnim letjelicama u sustavu vatrogastva (na lokaciji, županijski ili regionalni).

Na izdanom certifikatu od strane Hrvatske vatrogasne zajednice jasno moraju biti naznačeni sljedeći podaci:

1. nositelj certifikata,
2. raspon ovlaštenja nositelja,
3. vrijeme izdavanja certifikata,
4. rok valjanosti certifikata.

Hrvatska vatrogasna zajednica navedenim dobiva sliku o stvarnom stanju u sustavu vatrogastva te ima evidenciju i nadzor nad operatorima bespilotnih letjelica i svim ostalim sustavima bespilotnog zrakoplovstva koji se koriste u sustavu vatrogastva. Sustavi bespilotnih zrakoplova koji se ne evidentiraju na prethodno navedeni način ne smiju se koristiti ni na koji način u vatrogasnoj djelatnosti.



Kontrolu i nadzor nad djelovanje operatora bespilotnih letjelica sukladno propisima vrši za to zakonski ovlašteno tijelo, dok po potrebi isto može obavljati i Hrvatska vatrogasna zajednica ili fizička, odnosno pravna osoba koju je Hrvatska vatrogasna zajednica, odnosno glavni vatrogasni zapovjednik posebnom odlukom za to ovlasti [5].

Nadzor obuhvaća [5]:

1. pregled svih evidencija udaljenih pilota,
2. pregled certifikata svih udaljenih pilota,
3. pregled tehničke opreme operatora bespilotnih letjelica.

Prilikom nadzora operator bespilotne letjelice je dužan [6]:

1. dati na uvid svu dokumentaciju vezanu uz registraciju i udaljene pilote,
2. omogućiti pregled bespilotne letjelice,
3. izvesti demonstracijski let,
4. dati na uvid *Knjige letačkih operacija* (vodi operator bespilotne letjelice),
5. dati na uvid *Osobnu knjigu leta udaljenog pilota* (vodi svaki udaljeni pilot).

O izvršenom nadzoru fizička, odnosno pravna osoba ispunjava izvještaj te isti dostavlja Hrvatskoj vatrogasnoj zajednici, odnosno glavnom vatrogasnom zapovjedniku te ukoliko se utvrde nepravilnosti ili tehnička neispravnost letjelice Hrvatska vatrogasna zajednica, odnosno glavni vatrogasni zapovjednik može operatora bespilotne letjelice privremeno ili čak trajno isključiti iz sustava vatrogastva kao ovlaštenog operatora bespilotne letjelice. Hrvatska vatrogasna zajednica će po potrebi obavijestiti Hrvatsku agenciju za civilno zrakoplovstvo te druge nadzorne institucije vatrogastva, ovisno o kojim se nepravilnostima te eventuanim prekršajima radi.

## **5.2.Nabava bespilotnog sustava i minimalni tehnički i kadrovski uvjeti**

Kako bi se izbjeglo da se u sustavu vatrogastva koriste neadekvatni bespilotni sustavi predlaže se minimalni standard za bespilotne sustave koji će se u budućnosti koristiti u sustavu vatrogastva. Svaka bespilotna letjelica koja se namjerava koristiti te registrirati u sustavu vatrogastva treba zadovoljiti minimalne tehničke standarde koji uključuju [5]:

1. razvijanje pogona na minimalno četiri motora,
2. posjedovanje globalnog navigacijskog sustava (engl. Global Navigation Satellite System, GNSS),
3. preporuku da uz GPS bespilotna letjelica posjeduje i globalni navigacijski satelitski sustav (GLONASS) ili Galileo satelitsku podršku,
4. posjedovanje infracrvenih senzora za prepoznavanje prepreka,
5. posjedovanje Gimbal-a sa kamerom (kamera može biti dnevna zoom ili termalna kamera uz preporuku da je rezolucija termalne kamere minimalno 640x512 30 Hz, a operatoru bespilotne letjelice se savjetuje dodatno osposobljavanje udaljenih pilota za rukovanje sa termalnom kamerom).

Operator bespilotne letjelice, odnosno vlasnik bespilotne letjelice je dužan osigurati da su svi udaljeni piloti adekvatno osposobljeni za upravljenje bespilotnom letjelicom, ovisno o vrsti bespilotne letjelice koja se upotrebljava.

## **5.3.Registracija bespilotnih letjelica**

Pravna osoba, vlasnik bespilotne letjelice, odnosno operator dužan je obaviti registraciju bespilotne letjelice kod Hrvatske agencije za civilno zrakoplovstvo što se evidentira u informatičkom programu Hrvatske vatrogasne zajednice *Vatronet* i u Registru bespilotnih letjelica Hrvatske vatrogasne zajednice. Uredba 785/2004 definira obvezu posjedovanja važećih polica osiguranja prilikom izvođenja letačkih operacija. Osiguranje je obvezujuće za letenje u otvorenoj, posebnoj i certificiranoj kategoriji [5].

Provedbena uredba o bespilotnim zrakoplovima propisuje razliku između operatora bespilotne letjelice i udaljenog pilota. Registrirani operator bespilotne letjelice može u

svojem sustavu posjedovati više bespilotnih letjelica te u skladu s time i više udaljenih pilota za izvođenje letačkih operacija, no važno je napomenuti kako su odgovornosti operatora bespilotne letjelice te udaljenog pilota različite.

Ukoliko je osoba samo udaljeni pilot za drugog operatora bespilotne letjelice, tada isti mora dati suglasnost da se ta osoba registrira kao udaljeni pilot za operatora bespilotne letjelice, pri čemu se šalje dokument sa popisom udaljenih pilota te izjavom u kojoj je registracija dopuštena [5]. Registrirati se mogu samo pravne osobe s glavnim mjestom poslovanja, odnosno djelovanja na području Republike Hrvatske. Registracija operatora bespilotne letjelice provodi se sukladno Provedbenoj Uredbi Komisije (EU) 2019/947 od 24. svibnja 2019. godine o pravilima te postupcima za rad bespilotnih zrakoplova koja se počinje primjenjivati 31. prosinca 2020. godine [5].

Sukladno odredbama navedene Uredbe svi operatori bespilotnih letjelica se moraju registrirati [5]:

1. kad unutar tzv. *otvorene kategorije* izvode operacije bespilotnim zrakoplovima dopuštene mase pri polijetanju najmanje 250 g ili bespilotnim zrakoplovima koji u slučaju udara na čovjeka mogu prenijeti kinetičku energiju veću od 80 J ili bespilotnim zrakoplovima opremljenima sensorima koji mogu prikupljati osobne podatke osim ako je riječ o bespilotnim zrakoplovima koji se smatraju igračkama u skladu s Direktivom 2009/48/EZ.
2. kad bespilotni zrakoplovi, neovisno o masi, izvode operacije unutar tzv. *posebne kategorije*.

Svi operatori bespilotnih letjelica koji su bili evidentirani pri Hrvatskoj agenciji za civilno zrakoplovstvo za izvođenje letačkih operacija sukladno Pravilniku o sustavima bespilotnih zrakoplova moraju se ponovno registrirati. Novom registracijom operatori bespilotnih letjelica smiju izvoditi operacije bespilotnim zrakoplovom u *otvorenoj kategoriji* u bilo kojoj državi članici Europske unije pri čemu dobivaju jedinstveni registarski broj kojim moraju označiti sve svoje bespilotne letjelice [7]. Svi operatori bespilotnih letjelica, udaljeni piloti

te koordinatori se moraju registrirati na sustavu AMC Portal kako bi im se omogućile sve potrebne funkcionalnosti za obavljanje operacija iz njihove domene.

Nakon uspješno završenog postupka registracije na AMC Portalu moguće je s istim pristupnim podacima koristiti i aplikaciju ACM Portal Mobile namijenjenu ponaprije korisnicima sustava bespilotnog zrakoplovstva (UAS) za provedbu svih aktivnosti prema automatiziranom postupku [8]. Adresa registrirane elektroničke pošte mora biti isključivo službena s vatrogasnom domenom pripadnosti pojedinoj vatrogasnoj postrojbi.

#### **5.4.Plovidbenost**

Prema definiciji, zrakoplov je plovidben ako zadovoljava kriterije koji su navedeni u Svjedodžbi o plovidbenosti države registra [5]. Oni se odnose na dizajn, konstrukciju, materijale, opremu, održavanje te osposobljenost osoblja [7]. Prema UK CAA42, na plovidbenost bespilotne letjelice utječe bilo koji sustav ili dio njega koji je nužan za siguran let i slijetanje, uključujući i opremu koja se ne nalazi na bespilotnoj letjelici, te je ista podvrgnuta provjeri za dobivanje C of A [5]. Stroga regulativa može otežati uvijete dobivanja plovidbenosti za zemaljske sustave.

Važno je naglasiti kako sustav koji se koristi zapripremu plana pred let nije od velikog značaja i ne podliježe ograničenjima regulative, već je nužno da je potpun i točan. Ukoliko se radi izmjena plana u letu, sustav postaje vitalni dio bespilotne letjelice i mora biti standardiziran regulativom [8]. Kad se sustav upravljanja letjelicom nalazi u upravljačkoj stanici, nužno je definirati svu opremu kao dio letjelice i odrediti je regulativom da bi se otklonili mogući propusti u konstrukciji, održavanju i upravljanju. Tendencija je da bi jedna upravljačka stanica mogla upravljati raznim modelima letjelicama čime bi sve letjelice bile kompatibilne sa upravljačkom stanicom (primjerice kod računala gdje se svi proizvođači hardware-a i softwarea usklađuju sa jednim OS-om) ili da se na zahtjev korisnika konstruira bespilotna letjelica za određen tip upravljačke stanice čime bi se pojednostavio sustav upravljanja, konstrukcije, održavanja stanica te obuka pilota, a neposredno i sama regulativa [5].

Navedeno bi značilo da bi svi proizvođači morali konstruirati bespilotnu letjelicu prema propisima upravljačke stanice, odnosno prilagođavati ih određenom modelu. Rješenje se možda nazire u ustroju regulative u odnosu na civilno zrakoplovstvo uz određene izmjene [5]. U osnovi bi se pitanje GCS rješavalo kao poseban sustav, nevezan na regulativu bespilotnih letjelica u civilnom zrakoplovstvu. Potrebno je dodatno usavršiti i postojeću regulativu o proizvodnji rezervnih dijelova, sustavu održavanja letjelica i dodijeli certifikata da bi se otklonili mogući otkazi i greške tijekom eksploatacije. Pitanja u pogledu zagađenja bukom, ispušnih plinova, pogonske skupine i konstrukcije su u potpunosti primjenjiva iz postojeće regulative civilnog zrakoplovstva i ne trebaju se ponovno donositi.

Neki od važnijih sustava koji bi se trebali odrediti regulativom vezano uz plovidbenost su dizajniranje i proizvodnja konstrukcije, pogonskih sustava, mehaničkih, elektro-sustava, upravljanje letjelicom te sigurnosni sustavi (poput TCAS-a) [7]. Buduća će regulativa morati posebnu pažnju obratiti na sve spomenute sustave i definirati pravila koja će omogućiti jednostavniji razvoj bespilotnih letjelica i veću pristupačnost širem broju korisnika. Možda jedan od perspektivnijih načina povećanja sigurnosti bespilotnih letjelica i puštanjem u kontrolirani zračni prostor je implementacija TCAS sustava te široka upotreba istoga u civilnom bespilotnom zrakoplovstvu.

### **5.5.Procedura za rezervaciju zračnog prostora u operativne svrhe**

Kada se radi o proceduri prilikom koje se podiže bespilotna letjelica na vatrogasnoj intervenciji voditelj intervencije može zatražiti intervenciju bespilotne letjelice. Potom VOC ili ŽVOC obavještava postrojbu, odnosno organizaciju koja djeluje na mjestu izvođenja intervencije, odnosno najbližu osposobljenu postrojbu ili organizaciju u odnosu na mjesto intervencije [5].

Prilikom izlaska na vatrogasnu intervenciju udaljeni pilot bespilotne letjelice uza sebe uvijek mora imati minimalno jednog promatrača zračnog prostora ili drugog udaljenog pilota. Tijekom odlaska na vatrogasnu intervenciju udaljeni pilot samostalno može

zatražiti zračnu zonu od AMC-a za potrebe izvođenja žurne letačke operacije ili ukoliko nije u mogućnosti, isto zatraži od nadležnog koordinatora [5].

Kad god je u mogućnosti udaljeni pilot koristi AMC mobilnu aplikaciju te zatraži zračni prostor automatiziranim postupkom ili telefonskim pozivom dežurnoj službi Hrvatske kontrole zračne plovide. U određenim će i iznimnim situacijama koordinador u ime udaljenog pilota zatražiti rezervaciju zračnog prostora na propisani način [8].

U slučaju da voditelj intervencije ili udaljeni pilot procijene da će rezervacija zračnog prostora potrajati dulje od jednog dana obavijestit će VOC/ŽVOC. Ukoliko prilikom podnošenja zahtjeva voditelj intervencije ili udaljeni pilot iznese podatak djelatniku VOC/ŽVOC te posredno županijskom zapovjedniku da će intervencija trajati dulje od jednog dana te da je potrebna dugotrajna rezervacija zračnog prostora, VOC/ŽVOC obavještava Županijskog, odnosno Regionalnog koordinadora koji je dužan pojaviti se na mjestu izvođenja žurne intervencije i koji određuje proceduru prema AMC-u [5]. Ukoliko procjena ili intervencija traje dulje od dva dana te je potrebna dugotrajna rezervacija zračnog prostora ili prema odluci glavnog vatrogasnog zapovjednika, Županijski, odnosno Regionalni koordinador ili VOC/ŽVOC obavještava o situaciji državnog koordinadora o situaciji i koji zatim postupa na propisani način.

## **5.6. Osposobljavanje za upravljanje bespilotnom letjelicom**

Osposobljenost osoblja je nužan preduvjet kada se radi o bilo kojoj djelatnosti, a posebno se to odnosi na djelatnost zrakoplovstva. Svaki zaposlenik je dužan posjedovati dozvolu kojom potvrđuje svoju kvalificiranost za posao koji obavlja [7]. Da bi se bespilotnoj letjelici omogućio let u cijelom svijetu, potrebno je ustrojiti međunarodne standarde licenciranja pilota i ostalog osoblja bespilotnih letjelica. Sustav obuke se temelji kao i u „klasičnom“ zrakoplovstvu, pa se pilot nakon temeljne obuke upućuje na dodatnu obuku za određen tip zrakoplova. Provjeravanje sposobnosti, održavanje razine stručnosti te provjera zdravstvenog i duševnog stanja se temelji na JAROPS-u, no pilot/operator bespilotne

letjelice mora zadovoljiti nešto niže standarde od pilotskog osoblja zrakoplova (prema JAR-FCL) [5].

Obujam poslova koje obavlja pilot/operator bespilotne letjelice je vrlo sličan obvezama kontrolora leta. Osoblje zaduženo za održavanje i opremanje bespilotne letjelice se ne razlikuje od istog osoblja zaduženog za „klasične“ zrakoplove, te nije potrebno razvijati posebnu regulativu za njih. Zadaće regulative vezane uz licenciranje su [5]:

1. podjednaka osposobljenost osoblja bespilotnih letjelica kao i u zrakoplovstvu,
2. pilot/operator bespilotne letjelice mora imati medicinsku svjedodžbu koja potvrđuje sposobnost upravljanja letjelicom,
3. obuka, testiranje osoblja, obnavljanje licence i testiranje se mora vršiti prema jednoj regulativi, bez iznimaka,
4. definirati minimalnu razinu sposobnosti osoblja za upravljanje bespilotnom letjelicom,
5. definirati uvijete dobivanja licence za osobe sa kriminalnom prošlosti, odnosno spriječiti zlouporabu bespilotnih letjelica u terorističke svrhe.

Osposobljavanje udaljenog pilota bespilotne letjelice obuhvaća [5]:

1. od strane Hrvatske agencije za civilno zrakoplovstvo prvo teorijsko osposobljavanje udaljenog pilota provodi se za potkategorije minimalno A1-A3 sukladno Uredbi (EU) 2019/947,
2. od strane Hrvatske vatrogasne zajednice, Državne vatrogasne škole ili ovlaštenih trećih fizičkih ili pravnih osoba, provodi se osposobljavanje sukladno izrađenom te verificiranom Programu osposobljavanja.

Osposobljavanje koordinatora (Državnog, Županijskog/Regionalnog i koordinatora na lokaciji) obuhvaća [5]:

1. od strane Hrvatske agencije za civilno zrakoplovstvo prvo teorijsko osposobljavanje koordinatora provodi se za potkategorije minimalno A1-A3 (preporuka je A2) sukladno Uredbi (EU) 2019/947,

2. od strane Hrvatske kontrole zračne plovide provodi se obuka, putem modula, za provedbu letačkih aktivnosti bespilotnih letjelica (UAS) za službene potrebe sustava vatrogastva prema izrađenom Programu osposobljavanja i koja je ujedno preduvjet da se letačke operacije bespilotnih letjelica za potrebe sustava vatrogastva provode u rezerviranom zračnom prostoru izvan ograničenja automatiziranog postupka (iznad 120 AGL-a u nekontroliranom zračnom prostoru, unutar CRT-a iznad 50 m AGL-a ili unutar zona restrikacija za letove bespilotnih letjelica),
3. u situaciji kada je koordinator ujedno i udaljeni pilot, od strane Hrvatske vatrogasne zajednice, Državne vatrogasne škole ili ovlaštenih trećih fizičkih ili pravnih osoba, provodi se osposobljavanje sukladno izrađenom i verificiranom Programu osposobljavanja (prema njihovoj izradi).

Kao i u civilnom zrakoplovstvu, nužno je mnogo izmjena, dopuna i revizija pravila prije nego se dostigne tražen cilj, no licenciranje ne predstavlja problem jer je temelj postavljen u postojećoj regulativi.

## **5.7.Globalna sigurnost**

Teroristički napad na New York 2001. godine uvelike je promijenio poimanje te važnost sigurnosti u ljudskoj svijesti ljudi diljem svijeta. Ljudi su shvatili da je civilno zrakoplovstvo ranjivo te da je potrebno puno napora uložiti u sigurnost da bi se takvi događaji u budućnosti mogli prevenirati. Jedan od temeljnih problema je što je civilno zrakoplovstvo otvoreno velikom broju ljudi, stoga je nužna detaljna te učinkovita regulativa koja bi mogla jamčiti ljudima diljem svijeta sigurnost i jednostavnost. Temeljni problem vezan uz bespilotne letjelice je što nemaju pilota. Osoba može konstruirati vlastitu letjelicu uz malo tehničkog ili inženjerskog znanja te uputa koje može pronaći na internetu ili istu može kupiti već za nekih 5000 dolara i iskoristiti je u protupravne svrhe bez većeg rizika da se otkrije o kome se radi ponajprije zato jer je bespilotna letjelica zapravo krstareći projektil.



Otvaranje civilnog zračnog prostora za bespilotne letjelice donosi brojne sigurnosne rizike mnogim službama poput kontrole leta, Ministarstvu obrane, Civilnoj upravi za zračni promet i drugima koje sudjeluju u nadzoru zračnog prostora. Nužno je postaviti propise koji će strogo definirati uvjete dobivanja licence za upravljanje letjelicom te uspostaviti „dopuštene“ i „nedopuštene“ zone leta u zračnom prostoru [5].

„Nedopuštene zone“ obuhvaćaju:

1. zabranu leta iznad grada na visinama ispod određene postavljene granice,
2. ograničenje upotrebe određene elektronske opreme na letjelicama da se spriječilo zlorabljanje za privatni nadzor, uhođenje i planiranje kaznenih djela.

Nužno je ustrojiti takvu regulativu koja neće usporiti razvoj tržišta bespilotnih letjelica sa sigurnosnim ograničenjima [8]. Primjerice, bespilotna letjelica koja leti izvan sigurnosnog područja i nema mogućnosti doći do istog zbog doleta ne predstavlja sigurnosni problem, no ako ista leti u neposrednoj blizini grada ili zabranjenog područja (elektrana, vodocrpilište) predstavlja velik rizik za sigurnost i povećana je mogućnost zlorabe letjelice [7]. Zbog navedenog je vrlo važno pojednostaviti regulativu te strogo definirati sve razlike između različitih vrsta bespilotnih letjelica te simulirati mogućnosti zlorabe svake pojedine vrste bespilotne letjelice. Time bi se stvorila klasifikacija sigurnosnog rizika za svaku civilnu letjelicu na tržištu. Regulativnom se također određuje i obvezna revizija svih zakonskih popisa, ali i napredaka u samom razvoju bespilotnih letjelica.

Problemi sigurnosti u globalnom sustavu bespilotnih letjelica dijele se na [5]:

1. fizičke probleme,
2. probleme podatkovne veze,
3. probleme vezane uz podatkovnu mrežu,
4. programske probleme.

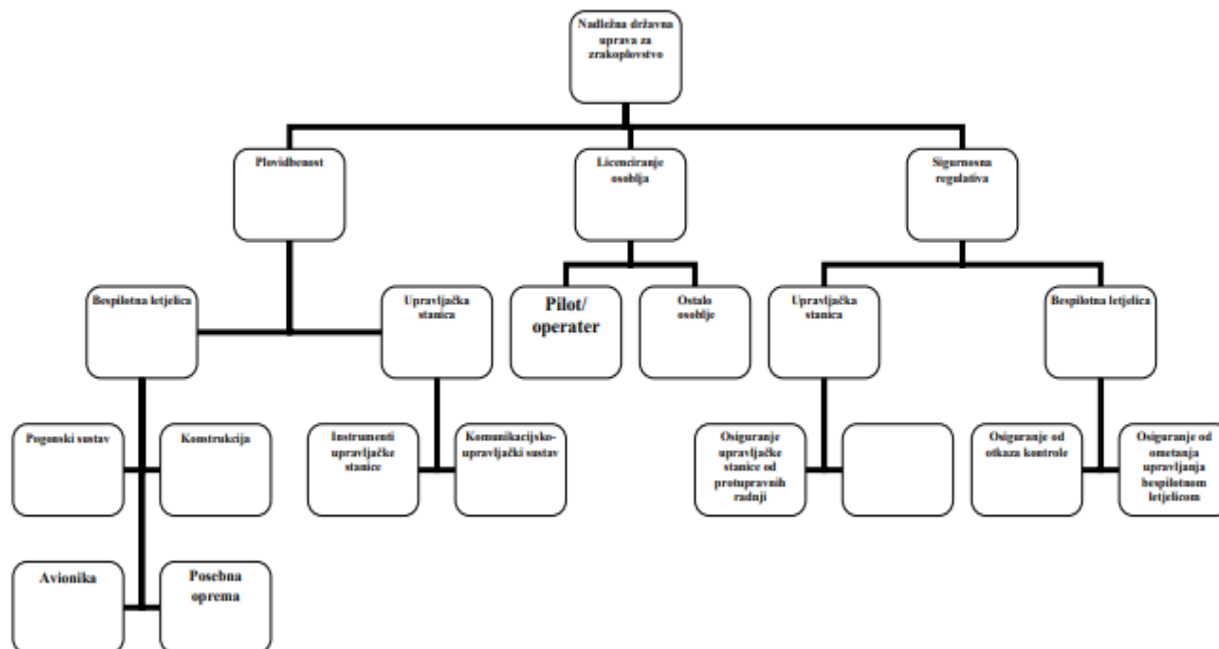
Fizički problemi obuhvaćaju otmice upravljačke kontrole i manipulacije same letjelice prije leta [5]. Treba se značajnije posvetiti osiguranju okoline GCS-a, pristupu terminalu jer je to točka na kojoj je bespilotna letjelica najranjivija. Kad se radi o problemima podatkovne

veze važno je napomenuti kako preko komunikacijske ili podatkovne veze (ovisno o načinu prijenosa podataka) pilot daje naredbe koji se šalju na terminal na bespilotnoj letjelici koja putem elektromotora upravlja manevarskim površinama [8]. Može doći do ometanja veze ili preuzimanje kontrole letjelice, pa je važno konstruirati sustave koji bi na prvi znak preuzimanja kontrole „isključili“ daljinsko upravljanje i prema proceduri vratili letjelicu na početni kurs [5]. Problem je pritom što gubitak veze letjelice s GCS može biti slučaj, odnosno ne mora imati veze s protupravnim radnjama te ne mora predstavljati potencijalnu opasnost trećim osobama na zemlji, pa je važno regulativom definirati procedure u slučaju opasnosti te prilagoditi sustave bespilotnih letjelica koji bi spriječili pad ili sudar [8].

Kada se radi o problemima vezani uz podatkovnu mrežu važno je napomenuti kako bespilotna letjelica može letjeti daleko izvan područja u kojem se nalazi operater, odnosno udaljeni pilot te se komunikacija kontrole leta i operatera i udaljenog pilota može odvijati na velikim udaljenostima. Jedan od načina gdje bi takva komunikacija bila moguća je putem podatkovne mreže što bi funkcioniralo kao u GSM mreži gdje bi svi korisnici imali jednaki pristup podacima [5]. Kod takve komunikacije se moraju obvezno kreirati sigurnosni sustavi koji bi štitili podatke na mreži. Prednost tog sustava je u jednostavnosti komunikacije, brzini prijenosa podataka te stvaranja okružja koje bi stvorilo dojam da kontrolor leta „razgovara“ sa bespilotnom letjelicom a ne sa pilotom na drugom kraju svijeta [5]. Regulativa bi trebala razviti minimalne sigurnosne standarde, algoritme za sigurnosnu zaštitu, razine pristupa podacima te hijerarhiju opsluživanja letjelica [9]. Problemi sigurnosti programskog sustava bi se trebali odnositi na bespilotnu letjelicu i GCS jer se radi o jednakoj izloženosti od neovlaštenih upada, kvarova sustava i mogućeg nepotpunog funkcioniranja sustava. Nužno je strogim propisima definirati programske sustave koji se ugrađuju na letjelicu jer u slučaju pada sustava ne postoji pilot koji bi uspio održati letjelicu u zraku i spriječiti pad [8].

Danas se prije leta podaci vezani uz misiju unose na računalo na bespilotnoj letjelici i tad su operativni sustav najosjetljiviji jer postoji mogućnost provlačenja virusa ili „crva“ koji može srušiti cijeli sustav pri aktiviranju određene funkcije. Važno je odrediti mjere stroge

zaštite i razviti sigurnosne procedure. Pobrojani problemi te opasnosti i sva ponuđena rješenja dio su stvarne situacije i donošenje sigurnosne regulative je zasigurno najteži problem, pa je na slici 3 prikazan organizacijski ustroj regulative.



Sl. 3. Organizacijski ustroj regulative [5]

Važno je razmotriti činjenicu kako se uklanjanjem ljudskog faktora, odnosno pilota iz letjelice zapravo uklanja zadnji back-up sustav koji su zrakoplovi imali. U slučaju otkaza kompletnog sustava uvijek je postojao pilot koji bi (najčešće) mogao sigurno prizemljiti letjelicu. Jedino će daljnjim razvojem te kontinuiranom nadogradnjom postojećih sustava bespilotnih letjelica i računalne tehnologije bespilotne letjelice biti jednako sigurne kao i zrakoplovi sa posadom.

## 6.PRIMJER SUSTAVA NADZORA POŽARA – SUSTAV *FIRE*

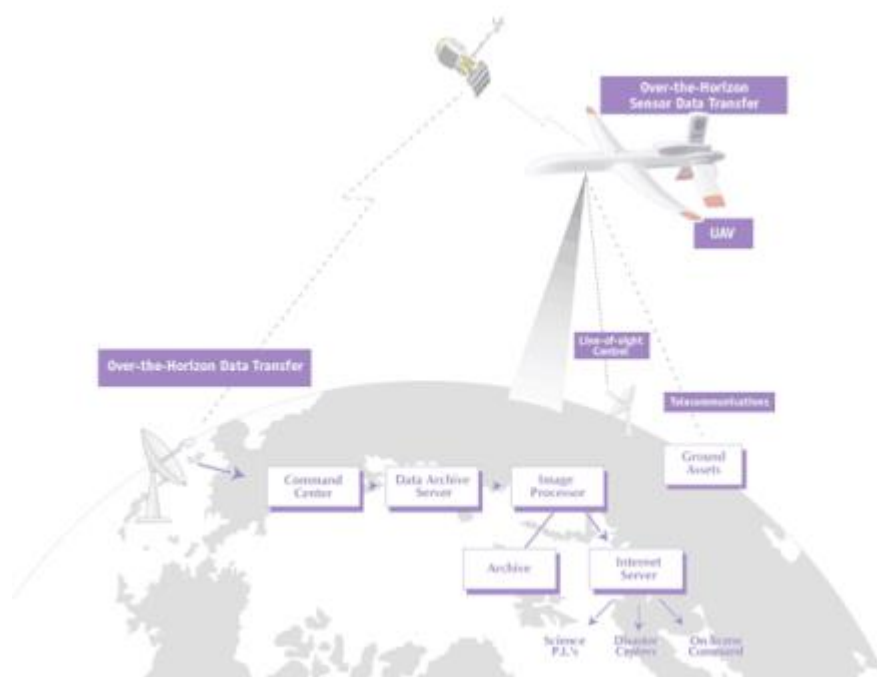
Svake godine šumski požari uništavaju tisuće metara kvadratnih šuma, niskih raslinja te nastanjenih krajeva. Štete se mjere u milijardama dolara, te je potreba za učinkovitijim načinom za borbu protiv šumskih požara je veća. Bilo da je požar podmetnut ili da je riječ o prirodnoj katastrofi, ovisno o vremenskim uvjetima u datoj situaciji nastanka požara isti se širi jako brzo, te vatrogasnim postrojbama ostaje malo vremena za reakciju te intervenciju kojom bi se požar stavio pod kontrolu. Požari su štetni za ljude, imovinu ljudi, ali i za gospodarstvo zemlje jer oporavak regija zahvaćenih požarom traje dugo, stoga je požare nužno prevenirati. Prevencija požara ponajprije uključuje adekvatan te kvalitetan sustav ranog obavještanja. Ako se požar na vrijeme lokalizira te se isti počne gasiti, šteta koja pritom nastaje je manjih razmjera.

Australija je svake godine suočena sa požarima velikih razmjera, a jedan od većih problema je to što se požari događaju na udaljenim, nenaseljenim područjima, a kada se otkriju, već je učinjena velika materijalna šteta. Australijski model prepoznat diljem svijeta funkcionira na način da se preko informacija dobivenih sa promatračnica na terenu Voditelj usmjerava raspoložive snage, zračne i kopnene na lokaciju požara [5]. Promatrači na temelju znanja, iskustva, očekivanoj promjeni vremena, obilježjima terena, razmjeru požara te mogućoj prijetnji naseljenim područjima daju Upravi savjete i procjenu situacije na temelju kojih se odlučuju mjere za gašenje [6]. Često dolazi do raznih problema sa komunikacijom i procjenom situacije što uvelike ugrožava efektivno gašenje požara. Tu se javlja potreba za sustavom letjelica koje lete na određenoj visini, opremljene su sensorima za nadgledanje te odašilju sliku situacije na zemlji u realnom vremenu.

Jedna od varijanti nadzora područja požara je uporaba satelitskog sustava, čije usluge si mogu omogućiti najbogatije zemlje, jer osim troškova razvoja i lansiranja satelita, veliki udio igraju i troškovi održavanja sustava [5]. Mnogo pristupačnija metoda nadzora požara je upotreba bespilotnih letjelica koje uz pomoć toplinskih senzora i kamera prikupljene

informacije direktno šalju preko satelita u realnom vremenu na zapovjedno mjesto i jedinicama na zemlji dajući realnu sliku cijele situacije na požarištu te oko njega.

NASA je osmislila te razvila projekt pod nazivom FiRE (engl. First Response Experiment) koji obuhvaća sustav bespilotne letjelice koja je opremljena sa toplinskim sensorima i sustavom za emitiranje podataka u realnom vremenu. Na slici 4 je prikazana skica sustava i raspodjele podataka.



Sl. 4. Shematski prikaz sustava *Fire* [9]

Sustav *Fire* se sastoji od slijedećih elemenata [9]:

1. bespilotne letjelice,
2. sustava za nadzor,
3. upravljačke jedinice.

Radi se o sustavu ALTUS II, koji je razvila tvrtka General Atomics Aeronautical Systems Inc. (GA-ASI) unutar programa ERAST, pod vodstvom NASA Aerospace Enterprise-a [9]. Zrakoplov pogoni 4-cilindrični klipni motor tipa Rotax 914-2T sa dvostrukim turbo

punjačem, tekućinom hlađen, snage 100 KS na visini 15.853 m [9]. Raspon krila iznosi 16,76 m, duljine 7,32 m i visine 3,0 m [9]. Vrhunac leta iznosi 19.817 m, a u zraku može izdržati 8 sati na visini od 18.288 m, a 24 sata na visini od 7620 m uz najveću brzinu leta od 100 kts, a brzinu krstarenja od 65 kts [9]. Podvozje je tricikl te se uvlači tijekom leta. Kapacitet tereta iznosi 150 kg. Sustav za upravljanje koristi radijsku frekvenciju C-područja, a može se postaviti i sustav za upravljanje preko satelitske veze. Upravljačka veza je nezavisna o vezi za prijenos podataka i informacija koje zrakoplov skuplja tijekom leta [9].

Sustav čini toplinski skener pod nazivom AIRDAS koji je dizajniran za zračno snimanje šumskih požara i drugih katastrofa. Sustav je u stanju razlučivati jačine vatre do 600°C, te radi u četiri područja [9]:

1. područje 1: 0.61-0.68  $\mu\text{m}$ ,
2. područje 2: 1.57-1.70  $\mu\text{m}$ ,
3. područje 3: 3.60-5.50  $\mu\text{m}$ ,
4. područje 4: 5.50-13.0  $\mu\text{m}$ .

Pobrojana područja pružaju informacije potrebne za analizu požara. Područje 1 je prikladno za nadgledanje dima i površina koje nisu pokriveno dimom, dok se područje 2 koristi za analizu vrsta vegetacije, te prikaza vatrenih fronta temperature iznad 300°C [9]. Područje 3 radi u srednjem infracrvenom rasponu te je namijenjeno za temperaturni prikaz površina, dok je područje 4 namijenjeno skupljanju toplinskih podataka vezanih uz temperaturu zemljine površine, temperaturu podzemnih slojeva zemlje te promjenu temperature [9]. Uređaj skenira u rasponu od 108°, brzinom od 5-24 68 prolaza/sekundi te omogućava rezoluciju slike od 8 metara na visini leta od 3048 m [9]. Požari manji od 8 metara mogu otkriti detektorima pohranjenima u uređaju i kalibracijom sustava.

U upravljačkoj stanici se nalaze pilot i inženjer leta koji upravlja sustavom za nadzor. Inženjer leta preko kamere smještene u nosu letjelice nadgleda situaciju na zemlji, te preko GPS podataka i karte područja može odrediti područje požara te spremiti sliku situacije u memoriju u rezoluciji od 720 x 640 točaka u tri područja te se slici pridružuju

podaci o letu (vrijeme, smjer, visina i slično) [9]. Prikupljeni se podaci direktno šalju sa letjelice na satelitski sustav INMARSAT koji podatke prosljeđuje zatim na službenu internetsku vezu što zatim postaje dostupno službama vatrogastva koje sudjeluju u intervenciji. Na letjelici je smještena antena koja koristeći FTP protokol ima zadaću kodirati prikupljene podatke.

U suradnji sa svim agencijama i službama koje sudjeluju u FiRE projektu, održana je demonstracija funkcionalnosti sustava 2001. godine u Sjedinjenim Američkim Državama, u saveznoj državi Kaliforniji, točnije u gradu El Mirageu. Prije polijetanja ALTUS-a (slika 5), postavljen je požar neposredno uz USS-u. ALTUS je izveo brojne prelete preko požarišta tijekom 1 sata, na visini leta od 1828 m [8]. Radilo se o pet preleta kojima su prikupljeni podaci te su prosljeđeni na zemaljske stanice na obradu. Istovremeno je vatrogasno osoblje moglo pregledavati podatke na web stranici NASA-inog servera.

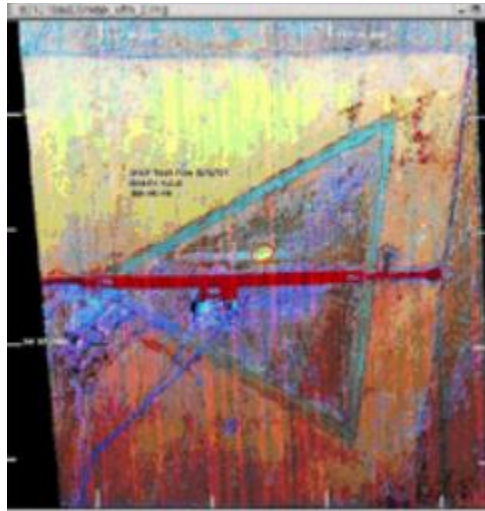


Sl. 5. Bepilotna letjelica ALTUS [9]

Slika 6 prikazuje jednu od snimki koje je ALTUS snimio i poslao na web stranicu. Ovisno o filteru, prikazani su različiti prikazi situacije požara. Svi podaci sa ALTUS-a su poslani na INMARSAT-ov satelit (na udaljenosti preko 400 NM) te preko njega na NASA-in server [9]. Sustav *FiRE* je svakako prekretnica u prevenciji i nadgledanju požarišta jer [9]:

1. pruža bolji pregled situacije zapovjedništvu,
2. ne dolazi do nesporazuma oko informacija koje šalju promatrači sa zemlje ili iz zraka neposredno uz požarište,

3. brže i efektivnije se može odlučiti koje će se mjere poduzeti, koliko će se snaga aktivirati,
4. brži je pregled uništenog područja te smjer kretanja požara.



Sl. 6. Snimka ALTUSA sa požarišta u El Mirageu [9]

Temeljna prednost sustava *FIRE* je što se svi podaci mogu prenijeti na male PDA uređaje, te vatrogasne snage na zemlji i zraku imaju realnu sliku situacije, pa se mogu mnogo bolje organizirati prilikom intervencije. Sa pogleda sigurnosti za pilotsko osoblje, tijekom dugotrajnih misija, jednostavno je zamijeniti pilota i operatera AIRDAS-a, bez prekidanja misije, te se pri letu u nestabilnim uvjetima leta ne ugrožava život pilota, a moguće je i nadgledanje u dužim periodima (više od 24 sata) upotrebom bespilotnih sustava jer se pilot zbog teških uvjeta kao što su dim i vrućina uvelike umara. Može se reći kako je sustav *FIRE* donio revoluciju u protupožarnoj zaštiti što je najbolje vidljivo kroz smanjenje troškova, povećanje efikasnosti sustava i rasterećenja pilotskog i drugog osoblja koje sudjeluje u vatrogasnim postrojbama i pri vatrogasnim intervencijama i koje je podložno umoru te ozljedama.



## 6.1.Sustav nadzora požara Republike Hrvatske – sustav Orbiter 3

Operativno vatrogasno zapovjedništvo Republike Hrvatske (OVZ RH) u Divuljama koje se ustrojava u razdoblju glavnog napora protupožarne sezone od mjeseca lipnja do mjeseca rujna te u sastavu ima vojni dio iz kojeg se radi sva koordinacija i zapovjedanje protupožarnim snagama.



Sl. 7. Operativno vatrogasno zapovjedništvo Republike Hrvatske

OVZ RH objedinjuje sve informacije na jednom mjestu, uz 116 stabilnih kamera na priobalju i ostale uređaje za rano otkrivanje požara, Hrvatska vojska u sustavu domovinske sigurnosti koristi besposadni zrakoplovni sustav Orbiter 3 izraelske tvrtke Aeronautics.



Sl. 8. Besposadni zrakoplovni sustav Orbiter 3

Orbiter 3 se u svijetu koristi za vojne i sigurnosne zadaće, u potpunosti je izrađena od karbonskog kompozita a pokreće je elektirčni motor, također letjelica je opremljena optičkom i infracrvenom kamerom, podatkovnim linkom i navigacijskim sustavima. Republika Hrvatska posjeduje lansirnu rampu, 6 bespilotnih zrakoplova Orbiter 3 kojima je domet do 150 kilometara, odnosno 6 sati leta.

Primjena ovog tipa nadzora započela je u protupožarnoj sezoni 2019. kroz izviđanja područja koja su procjenjena kao visokorizična za izbijanje požara, slika sa Orbiter 3 se u realnom vremenu prenosi u OVZ RH. Orbiter 3 je učinkovit u uočavanju detalja iz velikih udaljenosti, nadzor plovnih i cestovnih puteva, nadzor državne granice no koristi se i kao protupožarna zaštita za nadzor požarom ugorženih područja, pravovremeno ili rano otkrivanje požara, praćenje razvoja požara, kao i za procjenu štete na opožarenim područjima, indentifikaciju piromana.

## 7.ZAKLJUČAK

Temeljni je problem vatrogasne zaštite što se često raspravlja o „neisplativosti“ službe. Znatna se financijska sredstva moraju ulagati u nabavu nove opreme, održavanju stare, obuku ljudstva i slično, a sve navedeno iziskuje znatna financijska sredstva. Šteta prouzročena šumskim požarom je mnogo veća nego što izgleda, od promjene ekološke ravnoteže, javljanje erozije tla, sušenja zemlje zbog nestanka prirodnog zaklona od sunca i mnogih drugih aspekata koji nisu odmah vidljivi, stoga je važno ulagati u vatrogasnu djelatnost te prevenirati požarne opasnosti ponaprije razvojem te nadogradnjom postojećih sustava uzbunjivanja da bi se požar što prije počeo gasiti, a bespilotne letjelice, koje mogu patrolirati na rizičnom području i nekoliko tjedana, su idealno rješenje.

Intervencije poput požara otvorenog prostora, akcidenata s opasnim tvarima te SAR su već sada nezamislive bez upotrebe bespilotnih letjelica. Prijenos slike iz zraka u realnom vremenu može uštedjeti mnogo na vremenu potrebnom da se krene u intervenciju te da se donesu pravovremene odluke kojima se ujedno smanjuje rizik za vatrogasce na terenu. Prve bespilotne letjelice nabavila te te implementirala u upotrebu hrvatska vojska, a bile su to letjelice koje su razvijene uz inozemnu pomoć. Primjer jedne od prvih bespilotnih letjelica na području Republike Hrvatske je Mah 01. Nešto kasnije su se bespilotne letjelice počele upotrebljavati u civilne svrhe, pa su tako uvedene u djelatnost vatrogastva gdje su danas u širokoj upotrebi te uvelike pridonose zaštiti okoliša od požara, smanjenju izdataka za saniranje štete, povećanju raspoloživih letačkih posada i slično. Razvoj telekomunikacija te drugih oblika tehnologija kao i stalno povećanje zahtjeva za većim kapacitetom prijenosa podataka sve se više financijskih sredstava ulaže u razvoj novih tehnologija, a postojeće postaju ekonomičnije što uvelike pridonosi ubrzanom razvoju te usavršavanju današnjih bespilotnih letjelica te njihovoj široj upotrebi i općoj pristupačnosti, posebice za djelatnosti kao što je sustav vatrogastva gdje su od izuzetne važnosti za spašavanje života.

## POPIS LITERATURE

- (1) Carević, M., Jukić, P., Kaštelanac, Z., Sertić, Z.: „Tehnički priručnik za zaštitu od požara“, Grafo – Amadeus d.o.o., Zagreb, (1997.)
- (2) Pačelat, R., Zorić, Z.: „Istraživanje uzroka požara“, Zavod za istraživanje i razvoj sigurnosti, Zagreb, (2003.)
- (3) Kulišić, D.: „Metodika istraživanja požara i eksplozija“, Policijska akademija MUP-a RH, Zagreb, (2003.)
- (4) Hirschenhofer, J.H., Stauffer, D.B., Engleman, R.R., Klett, M.G.: „Fuel Cell Handbook“, Fourth Edition, (1998.)
- (5) Hrvatska vatrogasna zajednica: „Program aktivnosti u provedbi posebnih mjera zaštite od požara od interesa za Republiku Hrvatsku – Priprema požarne sezone 2023. g.“ Republika Hrvatska, (2023.)
- (6) Hrvatska vatrogasna zajednica: „Upute za korištenje sustava bespilotnih zrakoplova (UAS) u sustavu vatrogastva, Republika Hrvatska“, Zagreb, (2022.)
- (7) „Provedbena uredba komisije (EU) 2019/947 od 24. svibnja 2019. o pravilima i postupcima za rad bespilotnih zrakoplova“, Europska unija, (2019.)
- (8) „Delegirana Uredba komisije (EU) 2019/945 od 12. ožujka 2019. O sustavima bespilotnih zrakoplova i o operatorima sustava bespilotnih zrakoplova iz trećih zemalja“, Europska unija, (2019.)
- (9) Velezek, M.: „Primjena bespilotnih letjelica u sustavu civilne zaštite“, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Prometni fakultet, Zagreb, (2005.)

## PRILOZI

### Popis slika

Sl. 1. Unutrašnjost upravljačke jedinice.....	22
Sl. 2. Tendencija rasta nezavisnosti bespilotnih letjelica.....	23
Sl. 3. Organizacijski ustroj regulative.....	40
Sl. 4. Shematski prikaz sustava <i>Fire</i> .....	42
Sl. 5. Bespilotna letjelica ALTUS.....	44
Sl. 6. Snimka ALTUSA sa požarišta u El Mirageu.....	45
Sl. 7. Operativno vatrogasno zapovjedništvo Republike Hrvatske .....	46
Sl. 8. Besposadni zrakoplovni sustav Orbiter 3.....	47

