

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Goran Tomić

PRIMJENA BESPILOTNIH LETJELICA U
OPERACIJAMA POTRAGE I SPAŠAVANJA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2015.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

**PRIMJENA BESPILOTNIH LETJELICA U
OPERACIJAMA POTRAGE I SPAŠAVANJA**

**Application of Unmanned Aerial Vehicles in Search and
Rescue Operations**

Mentor: doc. dr. sc. Andrija Vidović

Student: Goran Tomić, 0135209492

Zagreb, srpanj 2015.

PRIMJENA BESPILOTNIH LETJELICA U OPERACIJAMA POTRAGE I SPAŠAVANJA

SAŽETAK

Svrha istraživanja u ovom diplomskom radu je ukazati na sve veći značaj koji bespilotne letjelice imaju u sustavu interventnog zrakoplovstva. Naglasak je na ulozi i značaju bespilotnih letjelica u akcijama potrage i spašavanja, kako u svijetu, tako i kod nas. U radu je valorizirano postojeće stanje i predložena je uporaba i organizacija sustava bespilotnih letjelica u akcijama potrage i spašavanja u Republici Hrvatskoj.

Cilj istraživanja je dati prijedlog mjera za unaprjeđenje sustava bespilotnih letjelica i izraditi prijedlog flote letjelica u Hrvatskoj.

Ovim istraživanjem želi se ukazati na nužnost većeg angažmana bespilotnih letjelica u Republici Hrvatskoj za potrebe potrage i spašavanja. Na temelju prikupljenih informacija i usporedbom s iskustvima drugih zemalja, u radu su izneseni prijedlozi za poboljšanje i optimizaciju primjene sustava bespilotnih letjelica u Republici Hrvatskoj.

KLJUČNE RIJEČI: bespilotne letjelice; potraga i spašavanje; komunikacijski sustav bespilotnih letjelica; navigacijski sustavi; zemaljska nadzorna postaja

SUMMARY

The purpose of the research is to highlight the growing importance that drones have in the system of emergency aviation. The emphasis is on the role and importance of unmanned aerial vehicles in search and rescue actions, both in the world and in our country. The paper presents the current situation in the SAR sector and proposes the use of unmanned aerial vehicles in search and rescue operations in the Republic of Croatia.

The aim of the research is to recommend measures for improving the system of drones and make a proposal for a fleet of unmanned aerial vehicles in Croatia.

This study aims to show the necessity for greater involvement of drones in the Republic of Croatia for the purposes of search and rescue. Based on the information collected and comparisons with the experiences of other countries, the paper presents suggestions for improving and optimizing the application of unmanned aerial systems in the Republic of Croatia.

KEYWORDS: unmanned aerial vehicle; search and rescue; communication systems of unmanned aircraft; navigation systems; ground control stations

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. KLASIFIKACIJA I KARAKTERISTIKE SUSTAVA BESPILOTNIH LETJELICA	3
2.1. Vrste i karakteristike sustava bespilotnih letjelica	4
2.1.1. Klasifikacija sustava bespilotnih letjelica	4
2.1.2. Karakteristike i primjeri kategorija sustava bespilotnih letjelica	6
2.1.2.1. MAV/NAV sustavi bespilotnih letjelica	6
2.1.2.2. VTOL sustavi bespilotnih letjelica	7
2.1.2.3. LASE/LALE sustavi bespilotnih letjelica	8
2.1.2.4. MALE sustavi bespilotnih letjelica	9
2.1.2.5. HALE sustavi bespilotnih letjelica	10
2.2. Sustavi polijetanja	12
3. ANALIZA SUSTAVA ZA UPRAVLJANJE I NAVIGACIJU	14
3.1. Struktura sustava	14
3.1.1. Zemaljska nadzorna postaja	14
3.1.2. „Laptop“ zemaljska nadzorna postaja za mini bespilotne letjelice	16
3.1.3. Zemaljska nadzorna postaja za bespilotne letjelice bliskog doleta	17
3.1.4. Zemaljska nadzorna postaja za bespilotne letjelice srednjeg i dugog doleta	17
3.1.5. Zračna nadzorna postaja	19
3.2. Navigacijski sustavi	19
3.2.1. NAVSTAR GPS	19
3.2.2. TACAN	21
3.2.3. LORAN C	21
3.2.4. Radio praćenje	21
3.3. Komunikacija	22
3.3.1. Komunikacijski medij	22
3.3.2. Radio komunikacija	23
3.3.3. Širina frekvencijskog područja	24
4. PLANIRANJE AKCIJA POTRAGE I SPAŠAVANJA	26
4.1. Planiranje akcija traganja	27
4.1.1. Metode planiranja potraga	27
4.1.1.1. Planiranje potraga uporabom računalnih programa računalom	27
4.1.1.2. Radar za zemaljsko traganje	28

4.1.2. Upravljanje zračnim prostorom.....	29
4.1.3. Objekti za kojima se traga.....	30
4.1.4. Kretanje sredstava uključenih u traganje i spašavanje.....	31
4.2. Alokacija usluga za optimalno traganje.....	33
4.3. Poruka akcije traganja.....	35
4.4. Planiranje akcija spašavanja.....	35
4.4.1. Uočavanje i naknadne procedure.....	36
4.4.2. Doprema tima i opreme za spašavanje.....	37
4.4.2.1. Zalihe i oprema za preživljavanje.....	37
4.4.2.2. Medicinsko osoblje.....	39
4.4.3. Operacije masovnog spašavanja.....	39
5. USPOREDNA ANALIZA PRIMJENE BESPILOTNIH LETJELICA U REPUBLICI	
HRVATSKOJ I DRUGIM ZEMLJAMA.....	42
5.1. Bepilotne letjelice koje se koriste u operacijama potrage i spašavanja.....	42
5.1.1. MQ – 9B Guardian.....	42
5.1.2. Heron.....	43
5.1.3. Bepilotni autonomni helikopter MQ – 8 Fire Scout.....	44
5.1.4. RQ – 4 Global Hawk.....	45
5.1.5. Multirotor AlturaZenith ATX8.....	46
5.2. Primjena bepilotnih letjelica u zemljama EU.....	47
5.2.1. Akvizicije i zahtjevi.....	48
5.2.2. Istraživanje i razvoj.....	50
5.2.3. DARIUS projekt.....	50
5.2.4. Standardi, regulative i procedure.....	51
5.3. Primjena bepilotnih letjelica u SAD-u.....	54
5.3.1 Bepilotne letjelice u sastavu obalne straže (U.S. Coast Guard).....	55
5.3.2 Primjena bepilotnih letjelica dugog doleta u operacijama potrage i spašavanja ...	58
5.3.3 Texas EquuSearch – organizacija za potragu i spašavanje.....	60
5.3.4 Standardi, regulative i procedure.....	61
5.4. Primjena bepilotnih letjelica u Republici Hrvatskoj.....	64
5.4.1. Postojeće stanje flote.....	65
5.4.1.1. Bepilotna letjelica Bojnik.....	65
5.4.1.2. Bepilotna letjelica Skylark I.....	66
5.4.1.3. Quadrokopter DJI Phantom 2 Vision.....	67

5.4.1.4. Quadrokopter IRIS+	68
6. MOGUĆNOST PRIMJENE BESPILOTNIH LETJELICA U OPERACIJAMA	
POTRAGE I SPAŠAVANJA U REPUBLICI HRVATSKOJ.....	70
6.1. Valorizacija stanja službi traganja i spašavanja u Republici Hrvatskoj.....	71
6.1.1. Hrvatska gorska služba spašavanja (HGSS)	71
6.1.2. HKoV – Vojno obavještajna bojna (VOB) – Satnija za obavještajnu potporu iz zraka (SOPiZ).....	72
6.1.2.1. Primjena bespilotnih letjelica u nevojnim zadaćama	73
6.1.2.2. Sustav XV – sustav u fazi razvoja.....	74
6.2. Prijedlog flote bespilotnih letjelica za potrebe potrage i spašavanja	75
6.2.1. Bespilotni helikopter Camcopter S – 100	75
6.2.2. ScanEagle	76
6.2.3. Hermes 450	77
6.2.4. General Atomics Altus	78
6.2.5. Hipersfera – projekt u razvoju.....	79
6.3. Definiranje centara za djelovanje bespilotnih letjelica.....	81
6.3. Potraga i spašavanje na moru	82
6.4. Reguliranje letenja bespilotnim letjelicama manjim od 150 kg	84
6.5. IPSAR – prototip sustava za potrage i spašavanja temeljen na obradi slika.....	87
7. ZAKLJUČAK	89
LITERATURA.....	91
POPIS SLIKA	94
POPIS KRATICA	95

1. UVOD

Prema definiciji bespilotna letjelica predstavlja letjelicu bez posade, kojom se može upravljati putem daljinskog upravljača i može letjeti samostalno uporabom unaprijed programiranog plana leta ili pomoću složenih autonomnih dinamičkih sustava. Bespilotne letjelice najčešće se koriste u vojne svrhe, ali i za brojne civilne zadaće (u protupožarnoj operativi, u policijske svrhe, u upravljanju katastrofama i velikim nesrećama, itd.). Iako su se rezultati primjene bespilotnih letjelica u operacijama potrage i spašavanja pokazali dobrima, još uvijek nisu našle značajnije mjesto u operacijama civilne zaštite. To se odnosi i na Republiku Hrvatsku gdje njihova primjena u tom području nije dovoljno zaživjela.

Uzimajući u obzir dokazanu ulogu bespilotnih letjelica u vojnom i civilnom sektoru mnogih zemalja, nužna je detaljnija obrada ove teme, s posebnim osvrtom na trenutno stanje i moguća poboljšanja u primjeni bespilotnih letjelica, prvenstveno ona poboljšanja koja bi bila usmjerena na djelovanje službi koje sudjeluju u operacijama potrage i spašavanja u Republici Hrvatskoj (HGSS¹, MUP², MPPI³, HV⁴,...).

Na temelju dokumenta „Roadmap for the integration of civil Remotely-Piloted Aircraft Systems into the European Aviation System“ europska RPAS⁵ Steering Group (ERSG⁶) dobila je ovlast za utvrđivanje smjernica za sigurno uvođenje civilnih bespilotnih letjelica u europski zrakoplovni sustav, s ciljem integracije do 2016. godine.

Primjeri dobre iskoristivosti bespilotnih letjelica za operacije potrage i spašavanja opisani su u člancima „Drones to the Rescue!“ i „Equipping Drones for At-Sea Search and Rescue“, primijenjeni u SAD-u.

Diplomski rad sastoji se od sedam poglavlja:

1. Uvod
2. Klasifikacija i karakteristike sustava bespilotnih letjelica
3. Analiza sustava za upravljanje i navigaciju
4. Planiranje akcija potrage i spašavanja
5. Usporedna analiza primjene bespilotnih letjelica u Republici Hrvatskoj i drugim zemljama

¹ HGSS – Hrvatska gorska služba spašavanja.

² MUP – Ministarstvo unutarnjih poslova.

³ MPPI – Ministarstvo pomorstva, prometa i infrastrukture.

⁴ HV – Hrvatska vojska.

⁵ RPAS – Remotely Piloted Aircraft Systems – Bespilotni zrakoplovni sustavi.

⁶ ERSG – European RPAS Steering Group – Europska RPAS upravljačka grupa.

6. Mogućnost primjene bespilotnih letjelica u operacijama potrage i spašavanja u Republici Hrvatskoj

7. Zaključak

U drugom dijelu rada opisane su vrste, karakteristike i primjeri sustava bespilotnih letjelica te sustavi polijetanja i slijetanja.

U trećem dijelu pobliže je opisana struktura sustava koja obuhvaća nadzornu postaju, navigacijske sustave i komunikaciju. Detaljnije je objašnjeno koja nadzorna postaja je prikladna za pojedine sustave bespilotnih letjelica te koji se najpoznatiji sustavi koriste za navigaciju bespilotnih letjelica.

Četvrto poglavlje obuhvaća planiranje akcija traganja i spašavanja, gdje su obrađene metode planiranja potraga i operacije spašavanja.

U petom dijelu rada je napravljena usporedna analiza primjene bespilotnih letjelica u Hrvatskoj, EU i drugim zemljama. Opisane su neke od najpoznatijih bespilotnih letjelica koje se danas koriste u svrhe operacija potrage i spašavanja te je sugeriran prijedlog vrsta bespilotnih letjelica koje bi bile optimalne za primjenu u Hrvatskoj. Također, objašnjava se regulatorni okvir primjene bespilotnih letjelica u EU i SAD-u.

Šesto poglavlje prikazuje moguće primjene bespilotnih letjelica s naglaskom na operaciju potrage i spašavanja. Valorizira se postojeće stanje službi traganja i spašavanja u Republici Hrvatskoj, na temelju čega su predloženi centri za smještaj bespilotnih letjelica. Ujedno je, na temelju izvršenih analiza, zaključeno koja bi vrsta bespilotne letjelice bila idealna za primjenu u operacijama potrage i spašavanja. U poglavlju je posebno opisan projekt koji bi značajno pojeftinio i ubrzao sam proces potrage i spašavanja. Također je obrađen i regulatorni okvir vezan uz operacije bespilotnim letjelicama manjih od 150 kg u Republici Hrvatskoj.

U zaključku su izneseni konačni rezultati istraživanja predmetne tematike.

2. KLASIFIKACIJA I KARAKTERISTIKE SUSTAVA BESPILOTNIH LETJELICA

Sustavi bespilotnih letjelica, također poznati i kao dronovi i zrakoplovi upravljani daljinskim uređajima (RPA⁷), imaju podužu vojnu povijest koja odražava njihov prepoznatljiv potencijal u obavljanju borbenih zadaća. Iako njihove misije upućuju da su sustavi bespilotnih letjelica proizvod novih tehnoloških inovacija, letovi bez posade prethodili su letovima s ljudskom posadom. Zračno bombardiranje Venecije 1849. godine provedeno je (iako neuspješno) bespilotnim balonima na vrući zrak. Također, slični baloni primjenjivali su se i u američkom građanskom ratu. Vojne misije izviđanja sa bespilotnim sustavima pojavile su se čim je bila razvijena prikladna fotografska oprema. Vodnik američke vojske Wiliam Eddy u španjolsko-američkom ratu 1898. godine upotrijebio je daljinski aktivirane kamere koje su bile korištene na zmajevima [1]. Kroz povijest vojnog zrakoplovstva, razvoj bespilotnih letjelica nastavio se velikom brzinom, paralelno sa razvojem letova sa ljudskom posadom, često potičući razvoj nove zrakoplovne tehnologije bez ljudske posade.

Rana usmjerenost na sustave bespilotnih letjelica koji podržavaju takozvane *dosadne, prljave ili opasne* misije u kojima su operacije pilota bile u nepovoljnom položaju ili pod velikim rizikom, istaknula je prirodnu sposobnost sustava bespilotnih letjelica. Poboljšanja u izviđanju i sposobnostima upravljanja tijekom hladnog rata probudila su interes znanstvenih zajednica u korištenju sustava bespilotnih letjelica za znanstvene misije u kojima zrakoplovi bez pilotske posade pružaju prednosti te smanjuju rizike. NASA⁸ je 70-tih i 80-tih godina prošlog stoljeća razvila bespilotnu letjelicu za atmosfersko ispitivanje na velikim visinama, ali s ograničenim uspjehom. ERAST⁹ program 90-tih godina prošlog stoljeća obilježio je prvi veliki iskorak u razvoju protokola i mogućnosti korištenja sustava bespilotnih letjelica za znanstvena istraživanja. Jedan od glavnih saznanja ERAST programa bila je potreba za minijaturizacijom senzora kako bi se omogućilo korištenje sustava bespilotnih letjelica manje klase.

Inspirirani NASA-inim uspjesima, brojne manje organizacije odlučile su uložiti napor u razvoj ili modificiranje postojećih sustava bespilotnih letjelica kako bi ih prilagodile vlastitim istraživačkim potrebama. Aplikacije za različita atmosferska ispitivanja te praćenja

⁷ RPA – Remotely Piloted Aircraft – Zrakoplov na daljinsko upravljanje.

⁸ NASA – US National Aeronautics and Space Administration – Američka svemirska agencija.

⁹ ERAST – NASA Environmental Research Aircraft and Sensor Technology – NASA-in program za razvoj ekonomski isplativih bespilotnih letjelica i senzora.

polja, pašnjaka i vegetacije korištene su na RC¹⁰ modelima, napravljenim iz hobija i s različitim stupnjevima uspjeha. „Do it yourself“ (DIY) dronovi razvijali su se vrlo brzo, budući da su istraživači otkrili jeftinija rješenja bazirana na modificiranim RC modelima. Dodatno, priznanje da sustavi bespilotnih letjelica nude veliki potencijal u mnogim područjima znanstvenih istraživanja i praćenja, potaknulo je izrazitu potražnju u javnom sektoru za sustave koji kombiniraju senzore koji se obično nalaze u velikom zrakoplovu sa fleksibilnošću i pogodnostima troškova koje pružaju manji sustavi. Zajednica korisnika, oslanjajući se na RC tip zrakoplova kao potpora prikupljanju podataka, našla je „rupu“ u FAA¹¹ propisima koji dopuštaju takvu bespilotnu letjelicu unutar određenih ograničenja letenja i uvjeta. FAA ne promatra sustave bespilotnih letjelica manjih klasa kao RC tip letjelice i stoga su bile isključene iz sustava korištenja olakšica.

2.1. Vrste i karakteristike sustava bespilotnih letjelica

2.1.1. Klasifikacija sustava bespilotnih letjelica

Klasifikacija sustava bespilotnih letjelica (slika 1) za civilnu znanstvenu uporabu općenito slijedi postojeća vojna obilježja sustava temeljenih na karakteristikama kao što su veličina, istrajnost leta i sposobnosti. Opće prihvaćena klasifikacija nomenklatura u civilnom području je kako slijedi [1]:

MAV/NAV (Micro/Nano Air Vehicle) – naziv su dobile zbog svoje veličine, obično omogućujući vojnim verzijama ovih letjelica da budu transportirane unutar vojničkog ruksaka. Ove letjelice operiraju na vrlo malim visinama (manjim od 300 m), s ograničenim kapacitetom baterije što posljedično određuje kratko vrijeme leta (5-30 minuta).

VTOL (Vertical Take-Off and Landing) – ove letjelice ne zahtijevaju konvencionalno uzlijetanje i slijetanje, stoga se obično odabiru u situacijama u kojima terenska ograničenja zahtijevaju ove specijalizirane sposobnosti. Letjelice operiraju na različitim visinama ovisno o vrsti misije, ali uglavnom lete na malim visinama. Zahtjevi za velikom snagom za lebdjenje ograničavaju trajanje leta, osim letjelica najvećih veličina čiji je veliki kapacitet spremnika za gorivo prilagođen povećanim mogućnostima uzlijetanja.

¹⁰ RC – Radio Control – Radio upravljanje.

¹¹ FAA – Federal Aviation Administration – Savezna uprava za civilno zrakoplovstvo.

LASE (Low Altitude Short Endurance) – sustavi poznati kao i sUAS¹², također ne zahtijevaju USS¹³-u. Komponente letjelice obično teže 2-5 kg, imaju razmah krila manji od 3 m kako bi se omogućilo pokretanje sa minijaturnih katapult sustava ili ručno. Kompromisi između težine i sposobnosti imaju tendenciju smanjenja istrajnosti i dometa komunikacije do 1-2 sata i unutar nekoliko kilometara od zemaljske postaje.

LASE Close – ova kategorija opisuje male sustave bespilotnih letjelica čije letjelice zahtijevaju USS-u, ali čija veličina i težina doprinose povećanim sposobnostima. Ovi sustavi operiraju do 1.500 m nadmorske visine i mogu ostati u zraku i po nekoliko sati, iako su te granice znatno premašene posebno modificiranim tzv. „*record-breaker*“ letjelicama.

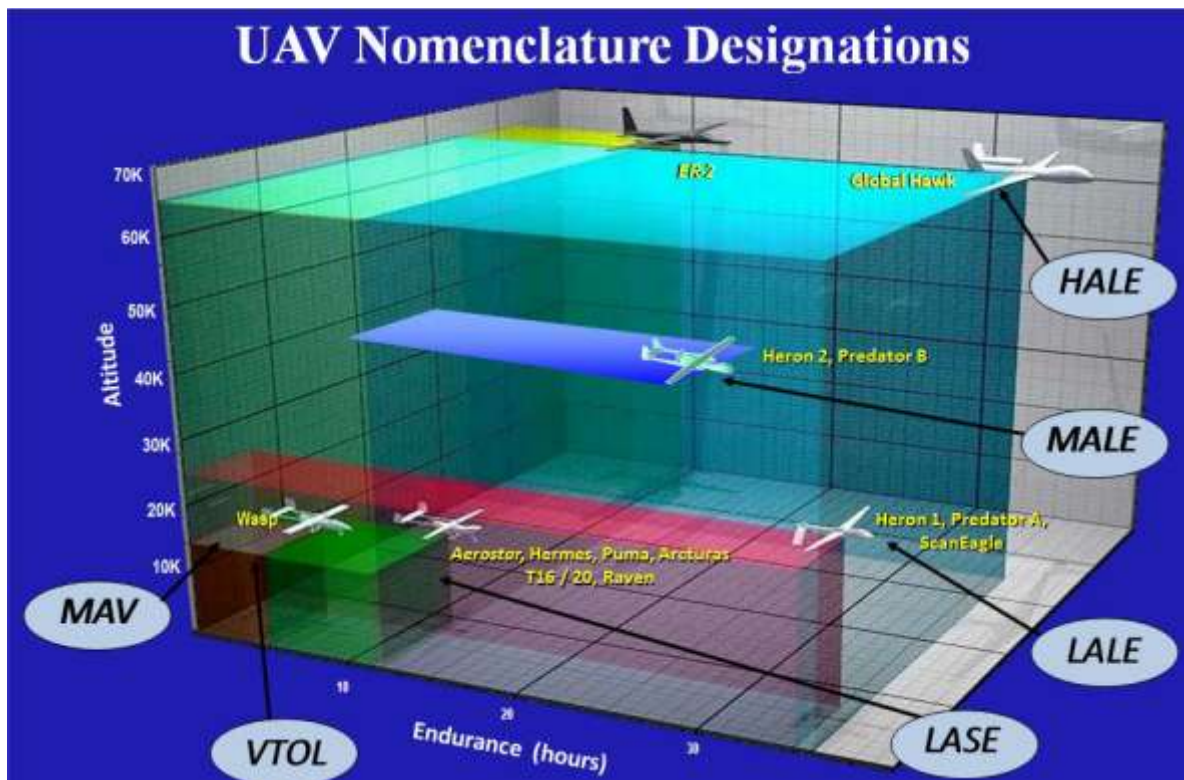
LALE (Low Altitude Long Endurance) – ovi sustavi bespilotnih letjelica mogu nositi teret težak nekoliko kilograma na visinama od nekoliko tisuća metara dulje vremensko razdoblje.

MALE (Medium Altitude Long Endurance) – letjelice su znatno veće u odnosu na letjelice koje lete na nižim visinama. Djeluju na visinama do 9.000 m na letovima udaljenim stotine kilometara od njihovih zemaljskih nadzornih postaja, u trajanju od više sati.

HALE (High Altitude Long Endurance) – ovo su najveći i najsloženiji sustavi bespilotnih letjelica, sa letjelicom većom od većine zrakoplova generalne avijacije. Ove letjelice mogu letjeti na visinama od 20.000 m ili više, na misijama koje se protežu tisućama kilometara. Neke imaju istrajnost veću od 30 sati te su postavile rekorde u visini i istrajnosti leta.

¹² sUAS – small Unmanned Aircraft Systems – mali sustavi bespilotnih letjelica.

¹³ USS – Uzletno-sletna staza.



Slika 1. Nomenklatura bespilotnih letjelica, [1]

2.1.2. Karakteristike i primjeri kategorija sustava bespilotnih letjelica

2.1.2.1. MAV/NAV sustavi bespilotnih letjelica

Vrlo mali sustavi bespilotnih letjelica ili MAV¹⁴ i NAV¹⁵ bespilotne letjelice su dizajnirane kao sustavi za kratke misije nadzora, omogućujući neupadljivu sposobnost promatranja u zatvorenim prostorima ili neprijateljskim okruženjima. Značajan razvoj MAV sustava započeo je 1990. godine sa podrškom Ministarstva obrane SAD-a. Većinu tih sustava razvili su renomirani proizvođači u zrakoplovnoj industriji, kao što su Lockheed Sanders MicroSTAR, AeroVironment MicroBat i BlackWidow te Lutronix Kolibri.

Nano bespilotne letjelice, kao što je AeroVironment Nano Hummingbird (slika 2) su ekstremno mali sustavi bespilotnih letjelica koji spadaju u skupinu LASE sustava, dizajnirane kako bi se poboljšala percepcija elemenata okoliša u odnosu na vrijeme i prostor u područjima gdje one mogu letjeti nezapaženo. Nano Hummingbird veličine je male ptice (težine 19 grama i razmaha krila 16 cm) i može se penjati i spuštati vertikalno, letjeti u svim horizontalnim smjerovima, opremljena je sa malom video kamerom te ima istrajnost leta približno 8 minuta.

¹⁴ MAV – Micro Air Vehicle – Mikro bespilotna letjelica.

¹⁵ NAV – Nano Air Vehicle – Nano bespilotna letjelica.



Slika 2. AeroVironment Nano Hummingbird, [1]

2.1.2.2. VTOL sustavi bespilotnih letjelica

Većina VTOL sustava bespilotnih letjelica datira još iz 1960. godine te je izrada polako napredovala 70-tih i 80-tih godina prošlog stoljeća. Razlog tako relativno sporom razvoju leži u tehnološkim ograničenjima tog vremena koja su otežavala inženjerima da ostvare ciljeve zamišljenog dizajna. Značajan razvoj VTOL sustava bespilotnih letjelica dogodio se 1990. godine te se nastavio sve do danas. Prednosti VTOL sustava bespilotnih letjelica su prenosivost za operacije na udaljenim područjima gdje nije potrebna USS-a. Većina današnjih VTOL sustava su mali, pri čemu operiraju sa električnim motorima iz punjivih baterija, ograničavajući trajanje leta na manje od jednog sata. Imaju ograničene sposobnosti u pogledu nosivosti senzora, ali budući da postoje minijaturizirani senzori, sustavi se dokazuju kao iznimno vrijedni za primjenu u situacijama gdje je potrebno izvršiti brzu procjenu situacije. Primjer dobre iskoristivosti VTOL sustava bespilotnih letjelica ogleda se u podršci jedinicama u operacijama provedbe zakona, gdje je sposobnost lebdenja zajedno sa prikupljanjem slikovnih podataka korisna za procjenu stanja na određenom mjestu događaja. Znanstveni istraživački programi koji zahtijevaju sposobnost lebdenja iznad npr. poljoprivrednog polja su još jedno područje u kojemu ova kategorija bespilotnih letjelica ima

značajan potencijal. Ovakvi sustavi su demonstrirani u praktičnim misijama kao potpora u operacijama spašavanja i analiza strukturalnih oštećenja u kompleksnom urbanom strukturalnom okruženju (uske ulice, zgrade, itd.). VTOL bespilotni sustavi puno jednostavnije mogu savladati urbani krajolik pri niskoj nadmorskoj visini nego što to mogu klasični zrakoplovi koji nemaju mogućnost vertikalnog polijetanja/slijetanja.

Primjer VTOL sustava bespilotnih letjelica srednje veličine je Yamaha RMAX (slika 3). RMAX je bespilotni helikopter s dva cilindra/dva ciklusa i korisnim teretom od 28 kg, promjerom rotora od 3,13 m sa sustavima daljinskog upravljanja putem LoS¹⁶ zemaljske nadzorne postaje. Letjelica je imala prvotnu primjenu za operacije prskanja u poljoprivredi u Japanu, Australiji i drugim zemljama.



Slika 3. Yamaha RMAX VTOL bespilotna letjelica, [1]

2.1.2.3. LASE/LALE sustavi bespilotnih letjelica

LASE/LALE sustavi (slika 4) javljaju se u različitim veličinama i konfiguracijama, od onih koji stanu u ruksak do onih koji se lansiraju putem katapulte. Neki od uobičajenih, jeftinijih LASE/LALE sustava koji su u uporabi danas su oni koji su lagani i mogu biti ručno lansirani, omogućujući operacije u područjima bez čvrstih površina za potrebe uzlijetanja i

¹⁶ LoS – Line of Sight – an unobstructed line-of-sight between a subject and object – Neometan prijem radio signala koji ovisi o preprekama na koje val nailazi na svojem putu pravocrtnog širenja između subjekta i objekta.

slijetanja. Nedostatak ručno pokretanih sustava je njihova relativno kratka operativna sposobnost (45 min. – 2 sata) te reduciran kapacitet korisnog tereta. LALE/LASE sustavi su jednostavni za rukovanje, sa kontrolnim uređajima sličnim RC modelima i pojednostavljenim zemaljskim nadzornim postajama. Većina daljinskih sustava za obradu i analizu podataka je mala, dok pojednostavljene kamere ili prijenosne video kamere (dnevne ili infracrvene) omogućuju prikaz površine objekta koji je snimljen. S druge strane, poboljšane performanse u nekim od tih sustava osiguravaju direktnu sliku georeferenciranjem.



Slika 4. LALE/LASE sustavi bespilotnih letjelica, [1]

2.1.2.4. MALE sustavi bespilotnih letjelica

MALE sustavi bespilotnih letjelica imaju značajnu ulogu u strateškim operacijama u obrambenim zadaćama, a sve je veća uporaba unutar nekoliko civilnih područja. Primjeri MALE sustava u civilnoj uporabi je NASA Ikhana sustav bespilotne letjelice (slika 5) i Predator B izvedena bespilotna letjelica koja operira kao podrška NASA-inim znanstvenim misijama. Ikhana sustav je prvi sustav bespilotnih letjelica koji je primio CofA¹⁷ certifikat za djelovanje u nacionalnom sustavu zračnog prostora [1]. Bespilotna letjelica je pokrivala velik dio zapadnog SAD-a kao potpora prilikom katastrofalnih požara te je dobila neviđenu potporu

¹⁷ CofA – Certificate of Airworthiness – Certifikat o plovidbenosti.

FAA-a tijekom olujnih požara u Južnoj Californiji koji su uzrokovali veliku štetu, evakuaciju oko 500.000 ljudi i velik broj smrtno stradalih.

NASA Altus II je bio modificiran sustav bespilotne letjelice Gnat 750 koja je upotrebljavana kao bespilotna letjelica za ACES¹⁸ te koja je prikupljala električna, magnetska i optička mjerenja grmljavinskih oluja na Floridi 2002. godine [2]. Također, istraživala je i odnos između električne aktivnosti oluje i morfologije oluje te mjerenje parametara vezanih uz munje. ACES je isto tako demonstrirao moguću uporabu sustava bespilotnih letjelica za geološku znanost.

Uporaba MALE sustava bespilotnih letjelica prikladna je kada je potrebno prikupljanje podataka na regionalnoj razini i na visinama uobičajenim za zrakoplove sa ljudskom posadom. Pored navedenog, važno je napomenuti da je primjena MALE sustava bespilotnih letjelica logistički teško izvediva za FAA CofA postupak zato što letjelice operiraju na tipičnim visinskim parametrima većine civilnih i komercijalnih zrakoplova, što predstavlja potencijalnu opasnost za zračni promet.



Slika 5. NASA Ikhana bespilotna letjelica, [1]

2.1.2.5. HALE sustavi bespilotnih letjelica

HALE sustavi bespilotnih letjelica predstavljaju novo poglavlje u svijetu sustava bespilotnih letjelica. Izvan Ministarstva obrane SAD-a, glavni civilni korisnici koji su

¹⁸ ACES – Altus Cumulus Electrification Study – Studija o istraživanju oluja kombinirano koristeći bespilotnu letjelicu (npr. Altus II) i sustava za mjerenje koji se nalaze na tlu.

angažirali HALE sustave bespilotnih letjelica kao podrška znanosti su NASA te US NOAA¹⁹. U svrhu procjene promjenjivih klimatskih utjecaja i pružanja podrške satelitskom motrenju, nužna je primjena HALE sustava za prikupljanje informacija i na globalnoj i na regionalnoj razini. Ovi sustavi su zakoračili izvan eksperimentalne faze te su u nekim slučajevima primjenjuju operativno (npr. Global Hawk) za prikupljanje podataka i zemaljska/atmosferska znanstvena istraživanja.

Godine 1990. bila je poduzeta zajednička NASA-ina inicijativa (ERAST) za provjeru sposobnosti sustava bespilotnih letjelica za provedbu operativnih znanstvenih misija. Jedan od ciljeva programa bio je razvoj operativnih sposobnosti sustava bespilotnih letjelica kao što su let na visini od 30.000 m i istrajnost leta veća od 24 sata.

NASA i NOAA surađivali su od 2008. godine u primjeni Global Hawk sustava bespilotne letjelice kao podrška nizu znanstvenih kampanja. Global Hawk ima mogućnost leta na visinama od 19.800 m te istrajnost leta preko 30 sati, brzinu krstarenja 550 km/h i može ponijeti teret do 750 kg do udaljenosti više od 17.000 km. Također, ima odjeljke za smještaj više od 10 različitih instrumenata i mogućnost podržavanja višestrukih znanstveno-mjernih instrumenata.

Bespilotne letjelice ekstremno duge istrajnosti kao što je Qinetiq Zephyr (slika 6) izrađena je od karbonskih vlakana, sa litij-sumpor baterijama koje uzimaju energiju iz solarnih ćelija koje sačinjavaju gornju površinu krila. Zbog svojih performansi za očekivati je da se ovakvi sustavi vrlo brzo nađu u civilnoj primjeni. Zanimljivo je napomenuti da ova bespilotna letjelica drži rekord u istrajnosti koji je postavljen 2010. godine, a let je trajao 336 sati i 22 minute (dva tjedna).

¹⁹ NOAA – National Oceanographic and Atmospheric Administration – Savezna agencija za oceane i atmosferu.



Slika 6. Беспилотна летјелца Qinetiq Zephir, [1]

HALE sustavi беспилотних летјелца првенствено су корисне за стратешко проматрање појава великих размјера (глобалних/континенталних) гдје други sustavi немају летне карактеристике да подрже операције опсежних мисија.

2.2. Sustavi polijetanja

Методe лансирања беспилотне летјелце могу се провести на три начина [1]:

- a) хоризонтално полијетање и слијетање (HTOL²⁰), путем властитог стajног трапа,
- b) лансирање путем пневматског катапулта или помоћу стартних ракета, гдје летјелца нема способност вертикалног летења и гдје оперативне околности или терен онемогућавају доступност USS-е,
- c) вертикално узлијетање и слијетање (VTOL).

HTOL - Дужина залета потребна како би се постигло лансирање оvisи о убрзању летјелце до брзине узлијетања. Потисак доступан за убрзање летјелце је велики проблем који прије свега оvisи о снази и ефикасности мотора.

²⁰ HTOL – Horizontal Take Off and Landing – Хоризонтално узлијетање и слијетање.

Pod pretpostavkom da konstrukcijski kut krila ostaje takav kakav je, tj. da ne generira uzgon tijekom zaleta sve dok brzina uzlijetanja nije postignuta, otpor aeroprofila letjelice biti će zanemariv u usporedbi sa potiskom motora. Sila aerodinamičkog otpora će se razviti od 0 do samo 3% raspoloživog potiska pri brzini polijetanja. Učinkovitost pretvorbe snage motora u potisak za letjelice sa stapnim motorom određuje se načelno prema promjeru propelera.

Katapult - Phoenix i Observer primjeri su sustava bespilotnih letjelica koji se koriste kao potpora zapovjednicima u „bliskoj borbi“ gdje nije dostupna staza za uzlijetanje i slijetanje i gdje se zahtjeva da sustav bude mobilan na bojnopolju.

Ukoliko se koristi samo potisak od propelera letjelica će zahtijevati zalet od 150 m. Nadalje, propeleri moraju biti dizajnirani na način da omogućе najbolji učinak uzlijetanja.

Rješenje koje je usvojeno je katapultiranje letjelice u zrak sa dovoljnim ubrzanjem i dovoljnom dužinom rampe za postizanje brzine leta prilikom izbacivanja. Iako ova metoda postiže cilj relativne mobilnosti na bojnopolju, zahtijeva transportiranje sustava katapulta zajedno sa bespilotnom letjelicom i nadzornom postajom. Također, ima ograničenje smjera lansiranja. Gotovo neizbježno katapult mora biti postavljen tamo gdje se letjelica može razumno katapultirati uz vjetar. To nije uvijek lako postići, osobito u šumovitom i na brdovitom terenu. Promjena smjera vjetra može zahtijevati repositioniranje letjelice.

VTOL - Vertikalno uzlijetanje je najelegantniji način lansiranja. Omogućuje letjelici da djeluje sa bilo koje vrste terena, ne zahtjeva USS-u ili nezgrapnu katapult opremu. Lansiranje je potpuno neovisno o smjeru vjetra, a letjelica može biti u zraku unutar nekoliko minuta od dolaska sustava na lokaciju.

3. ANALIZA SUSTAVA ZA UPRAVLJANJE I NAVIGACIJU

Tehnički gledano, sustav bespilotnih letjelica obuhvaća niz elemenata ili podsustava, od kojih je samo jedan letjelica. Postoje naravno i drugi aspekti integracije u okviru opširnijeg globalnog sustava kao što je odobrenje potrebno za djelovanje u kontroliranom zračnom prostoru. Vrlo je važno sagledati pojedini podsustav bespilotne letjelice kao sastavni dio tog sustava. Nijedan podsustav nije važniji od drugog, iako neki, kao npr. letjelica, ima veći utjecaj prilikom dizajniranja ostalih podsustava. Ranijih godina prilikom razvoja sustava bespilotnih letjelica, primjerice, neke bespilotne letjelice su bile dizajnirane i izrađene s nedovoljnom pažnjom u pogledu nosivosti, u pogledu lansiranja i prihvaćanja, zatim u pogledu ostvarenja komunikacije odnosno održavanja sustava i transportiranja. Naknadni pokušaji izgradnje ili nadogradnje operativnog sustava bilo je osuđeno na neuspjeh ili je rezultiralo neprihvatljivim kompromisima odnosno neprihvatljivim troškom.

3.1. Struktura sustava

3.1.1. Zemaljska nadzorna postaja

Nadzorna postaja sustava bespilotnih letjelica može biti smještena na zemlji (GCS²¹), na brodu (SCS²²) i eventualno u zraku u „matičnom“ zrakoplovu (ACS²³). To može biti jednostavna nadzorna postaja lokalnog sustava bespilotne letjelice unutar kojeg je misija predplaniranje i izvršenje, ali može biti i dio većeg sustava, kada je povezana sa drugim komponentama središnjeg mrežnog sustava, dijeljenjem i primanjem informacija od ostalih elemenata većeg sustava. Nadzorna postaja je sučelje „čovjek-stroj“ sa sustavom bespilotne letjelice. Preko tog sučelja operateri mogu „razgovarati“ sa letjelicom preko komunikacijskog sustava *up-link* kako bi usmjerio profil leta, ili ažurirati program leta [3].

Letjelica će vratiti podatke i slike operaterima preko *down-link-a*, bilo u stvarnom vremenu ili na naredbu. Informacije obično sadržavaju podatke o nosivosti, stanju podsustava letjelice, visini i brzini letjelice te informacije o zemaljskim položajima.

²¹ GCS – Ground Control Station – Zemaljska nadzorna postaja.

²² SCS – Sea Control Station – Nadzorna postaja na brodu.

²³ ACS – Air Control Station – Zračna nadzorna postaja.

Lansiranje i prihvata letjelice može se kontrolirati preko glavne nadzorne postaje ili satelitske nadzorne postaje koja je u komunikaciji sa glavnom nadzornom postajom, ali ima vlastitu izravnu radio vezu sa letjelicom. Pored navedenog, nadzorna postaja će smjestiti sustave za komunikaciju s drugim vanjskim sustavima. Ovi sustavi mogu uključivati: sredstvo za prikupljanje informacija o vremenu, prijenos podataka iz i na druge sustave u mreži, izvješćivanje podataka drugim nadležnim vlastima i postavljanje zadataka od strane viših nadležnih tijela. Dakle, nadzorna postaja sadržava niz podsustava potrebnih za postizanje vlastite cjelokupne funkcije, ovisno o predviđenom opsegu i vrstama zadataka i karakteristikama sustava bespilotnih letjelica koji će operirati.

Općenito, podsustavi se mogu podijeliti uključujući slijedeće elemente [3]:

- a) Podsustav kontrole leta bespilotne letjelice: uređaj prikazuje status bespilotne letjelice i opreme za snimanje. Kontrole podsustava se povezuju sa automatskim sustavom kontrolom leta bespilotne letjelice (AFCS²⁴), bilo za ručnu kontrolu bespilotne letjelice u realnom vremenu ili za izbor i angažiranje potprograma pohranjenih na letjelici. Jedan takav program može, primjerice, kontrolirati sustav bespilotne letjelice u orbiti pri zadanom radijusu i brzini. Drugi programi koji odgovaraju bespilotnim letjelicama rotokopterskog dizajna mogu usmjeriti bespilotnu letjelicu da lebdi iznad odabranog mjesta za nadzor, da lebdi iznad odabranog mjesta te da se spusti kontroliranom brzinom do slijetanja ili da se spusti na razinu tla za uzimanje NBC²⁵ atmosferskog uzorka te da se zatim popne na operativnu visinu.
- b) Podsustav prepoznavanja vrste tereta instaliran u bespilotnoj letjelici: podsustav prikazuje stanje tereta i medij za snimanje podataka (slike i/ili druge vrste podataka).
- c) Temeljni elementi (koderi, odašiljač i prijamnik) komunikacijske veze između nadzorne postaje i bespilotne letjelice te kontrole njihovog rada, na primjer, podižu i spuštaju radio antene, usmjeravaju ih ručno ili automatski mijenjajući frekvenciju ukoliko je potrebno. Zaslon može pokazivati stanje komunikacije. Iako je uvijek poželjno imati montirane radio antene na nadzornoj postaji kako bi se smanjila duljina električnog vodiča, nužno je

²⁴ AFCS – Autonomous Flight Control Systems – Sustavi sa autonomnom kontrolom leta.

²⁵ NBC – Nuclear, Biological or Chemical – Nuklearni, biološki ili kemijski (uzorak).

antene postaviti u poziciju koja će osigurati dobar prijam i prijenos radio valova.

- d) Navigacijski zasloni za praćenje položaja i letne putanje bespilotne letjelice te računala potrebna za obradu podataka.
- e) Zasloni sa prikazom zemaljskih karata s računalima kako bi se omogućilo planiranje misije te neophodni izračuni za njeno provođenje. Zapisi o prethodnoj letnoj putanji biti će sačuvani ukoliko je potrebno za buduća ponavljanja.

Ovisno o složenosti sustava bespilotne letjelice, ovi podsustavi mogu biti smješteni kao zasebne cjeline unutar nadzorne postaje ili integrirani kao pod-moduli u okviru manjih jedinica. Stoga, nadzorne postaje kao i letjelice dolaze u svim oblicima i veličinama te odgovarajuće popunjeni sukladno broju i specifičnosti zadatka, a u svrhu njegova izvršenja.

3.1.2. „Laptop“ zemaljska nadzorna postaja za mini bespilotne letjelice

Desert Hawk III, mini bespilotna letjelica, koristi prijenosnu zemaljsku nadzornu postaju sa komunikacijskim sustavom i antenom. Antena je montirana na tronošću, koji se može prilagoditi za veće visine ili se može postaviti na vrh zgrade do udaljenosti od 30 metara od zemaljske nadzorne postaje. Zemaljska nadzorna postaja uključuje grafičko korisničko sučelje i ima *touch screen* laptop, čime se operaterima omogućuje lak unos kontrolnih točaka na bazi mapiranja te pruža jednostavan pristup ključnim i često korištenim mogućnostima. *Softver* također koristi digitalne podatke o nagibu terena (DTED²⁶) s konturama terena za dodatnu sigurnost [3]. Informacije se prenose do bespilotne letjelice u trenutku lansiranja, upozoravajući o izgubljenosti komunikacijskoj vezi. Informacije o misiji se automatski ažuriraju kada bespilotna letjelica dobije novi zadatak. Dodatna posebnost je RVT²⁷ terminal koji može djelovati paralelno sa glavnim zemaljskom nadzornom postajom i veličine je ruksaka. Omogućuje prikaz slike sa bespilotne letjelice koju također mogu preuzeti vojne jedinice.

²⁶ DTED – Digital Terrain Elevation Data – Digitalni model terena.

²⁷ RVT – Remote Video Terminal – Prijenosni video terminal koji se koristi za primanje, prikaz, snimanje, reproduciranje i zamrzavanje senzornih podataka.

3.1.3. Zemaljska nadzorna postaja za bespilotne letjelice bliskog doleta

Bespilotna letjelica ovih sustava obično se lansira putem katapulta ili je VTOL²⁸ bespilotna letjelica. Zahtjevi i mogućnosti oba sustava uglavnom su slični, osim specifičnosti nadzora tijekom lansiranja i prihvata.

Ovaj primjer općenito se temelji na zemaljskoj nadzornoj postaji Sprite VTOL sustava²⁹. Drugi sustavi razlikuju se ovisno o njihovim ulogama i sofisticiranosti.

Zemaljska nadzorna postaja za bespilotne letjelice bliskog doleta obično je mobilna te je smještena u okviru terenskog vozila. Koriste se dvije radio frekvencije za komunikaciju sa letjelicom te mrežnu komunikaciju po potrebi. DGPS³⁰ antena kao dodatna oprema može biti montirana na krovu vozila. Kao i kod svih mobilnih zemaljskih nadzornih postaja, vozilo je opremljeno sa dizalicama koje se nalaze ispod šasije. Dizalice su potrebne za stabilizaciju vozila kako bi se spriječilo da se vozilo „ljudlja“ pod utjecajem vjetera ili prilikom kretanja operatera unutar vozila. Stabilna podloga neophodna je za antene uskog snopa za precizno održavanje prema azimutu te na uzvisini. Sprite sustav bespilotne letjelice obično zahtjeva samo dva člana posade. Na lijevoj strani postaje je pilot koji je obično i zapovjednik, dok je na desnoj strani operator korisnog tereta koji kontrolira usmjerenost senzora za snimanje i interpretira slike. Također, može asistirati u navigaciji i praćenju stanja cijelog sustava.

3.1.4. Zemaljska nadzorna postaja za bespilotne letjelice srednjeg i dugog doleta

Bespilotne letjelice srednjeg i dugog doleta obično uzlijeću pomoću stajnog trapa s USS-e te je stoga tijekom zaleta i uzlijetanja letjelice potrebno osigurati kontrolu letjelice. Slijetanje, osim ukoliko se izvršilo padobranom, izvodi se pod izravnom kontrolom operatera, obično u izravnom pogledu sa letjelicom. Veliki napredak napravljen je u pogledu osiguranja određenog stupnja automatizacije za faze uzlijetanja i slijetanja letjelice.

Sustavi bespilotnih letjelica srednjeg doleta obično koriste mobilne zemaljske nadzorne postaje, bilo u cestovnom vozilu ili prikolici, tako da se može odgovarajuće pozicionirati uz USS-u. Primjer zemaljske nadzorne postaje za bespilotnu letjelicu Hermes 450 prikazan je na slici 7. Unutrašnjost postaje vidi se na slici 8.

²⁸ VTOL – Vertical Take Off and Landing – Vertikalno uzlijetanje i slijetanje.

²⁹ Sprite VTOL system – bespilotna letjelica dizajnirana sa neutralnom stabilnošću te se oslanja na AFCS kako bi osigurala pozitivnu prostornu stabilnost.

³⁰ DGPS – Differential Global Positioning System – Diferencijalni GPS.



Slika 7. Zemaljska nadzorna postaja za bespilotnu letjelicu Hermes 450, [3]



Slika 8. Unutrašnjost zemaljske nadzorne postaje, [3]

Oprema je uglavnom slična opremi koja je sadržana u zemaljskoj nadzornoj postaji za bespilotne letjelice kratkog doleta. Uzimajući u obzir duže radno vrijeme operatera, unaprijeđeno sustav-operator sučelje može pružiti komforniji smještaj. Pored navedenog,

moгу biti angažirani i dodatni članovi posade, posebno za prenošenje složenijeg korisnog tereta te specijalizirani interpretator slika. Veće letjelice mogu imati širok raspon senzora za obradu slika uključujući i optičke senzore, IC i SAR³¹ radare. Ova mogućnost zahtijeva veću računalnu sposobnost, više monitora i opreme za snimanje.

Također, može se uočiti da radio oprema sustava srednjeg i dugog doleta u odnosu na sustave bliskog doleta mora biti naprednija i snažnija. To uključuje satelitsku komunikaciju u svrhu osiguranja relejne naredbe i podataka iz i prema letjelici tijekom operacija izvan horizonta operatera. S druge strane, cijela dodatna oprema generira toplinu koja povećava potražnju za većim brojem klima uređaja.

Sustavi dugog doleta, međutim, operiraju sa utvrđenih baza s postojećim USS-ama. Dodatna mobilna postaja može biti predviđena za operacije uzlijetanja i slijetanja.

3.1.5. Zračna nadzorna postaja

Bespilotna letjelica može biti lansirana sa zrakoplova s fiksnim ili rotirajućim krilima. Prilikom borbenih operacija daje mogućnost prikrivenog prodora do cilja u svrhu izbacivanja naoružanja. Nužno je riješiti još niz problema prije nego što jedan takav sustav uđe u primjenu, uključujući montiranje i kontrolu rada antene te skladištenje ACS unutar ograničenog prostora zrakoplova. Jedan od upravljačkih programa za autonomiju bespilotne letjelice mogao bi značajno doprinijeti pojednostavljenju kontrole bespilotne letjelice kojom se upravlja iz zrakoplova sa posadom.

3.2. Navigacijski sustavi

U svrhu autonomije bespilotne letjelice neophodno je da upravljački uređaj „zna“ poziciju bespilotne letjelice. Trenutno popularna metoda utvrđivanja pozicije i navigacije između dvije točke je primjena GPS³²-a.

3.2.1. NAVSTAR GPS

GPS je razvilo Ministarstvo obrane SAD-a te je službeno nazvan NAVSTAR³³ GPS. U početku su američke vojne snage ograničile njegovo korištenje sve do 1982. godine kada je

³¹ SAR – Synthetic Aperture Radar – Radar sa sintetičkim otvorom antene.

³² GPS – Global Positioning System – Globalni pozicijski sustav.

postao dostupan za generalnu upotrebu. Prijamnik izračunava svoju poziciju pomoću signala koji je odaslan sa četiri ili više GPS satelita odabranih iz skupine od 24 satelita. Sateliti kruže oko Zemlje na visini od oko 20.000 km. Satelite koji se koriste za mjerenja odabire GPS prijamnik na temelju kvalitete signala i geometrije satelita.

Svaki satelit ima atomski sat te stalno odašilje svoje radio signale. Vremenski signali putuju brzinom svjetlosti. Prijamnik koristi vrijeme dolaska za izračun vlastite udaljenosti od svakog satelita i pozicije na Zemlji. Radio frekvencije koje koristi GPS leže unutar L Band-a, od oko 1,1 Ghz do 1,6 Ghz.

GPS je dostupan u dvije usluge, standardni sustav pozicioniranja (SPS³⁴) za civilne korisnike te kao usluga preciznog pozicioniranja (PPS³⁵) za vojne korisnike. Oba signala se prenose sa svih satelita. SPS koristi signale na GPS L1 frekvenciji s šifriranim C/A kodom. Podrazumijeva se da će u budućnosti biti dopunjen L2 uslugama. SPS daje točnost horizontalnog položaja reda veličine 10 m.

PPS (također poznat kao i P kod) koristi i L1 i L2 frekvencije u svrhu uspostavljanja PF³⁶ položaja. Ovi signali su modulirani koristeći šifrirane kodove (unutar Y koda). Y kod dopunjen je novim vojnim kodom M. Vojni prijamnici imaju mogućnost dešifriranja Y koda te generiranja dometa, a time i položaja. Preciznost PPS horizontalnog položaja je reda veličine 3 m, dok preciznost GPS PF položaja varira s položajem prijamnika i geometrije satelita. Nastavno, preciznost obje GPS usluge može se unaprijediti uporabom DGPS-a. Navedeno pruža poboljšanje GPS-u koristeći mrežne fiksne, zemaljske, referentne stanice koje emitiraju razlike između položaja koje pokazuju sateliti i njihove poznate utvrđene pozicije. Svaki prijamnik tada koristi ove razlike u ispravljanju pogrešaka koje se očituju u osnovnim satelitskim podacima.

Preciznost DGPS-a smanjuje se sa razmakom prijamnika od referentne stanice i neka mjerenja ukazuju na degradaciju od oko 0,2 m na 100 km. Iako je američki GPS sustav najopsežniji koji trenutno operira, zastupljeni su i drugi slični sustavi koji konkuriraju kao na primjer europski GALILEO, ruski GLONAS, kineski COMPASS i indijski IRNSS.

³³ NAVSTAR – mreža američkih satelita koji pružaju GPS usluge.

³⁴ SPS – Standard Positioning System – Standardni sustav pozicioniranja.

³⁵ PPS – Precise Positioning Service – Usluga preciznog pozicioniranja.

³⁶ PF – Position Fixed – položaj izveden iz mjerenja vanjskih referentnih točki. Obično PF je mjesto gdje se dvije ili više linija položaja sijeku u bilo kojem trenutku.

3.2.2. TACAN

Kao i LORAN C i GPS, TACAN se oslanja na vremenske radio signale fiksnih zemaljskih odašiljača kako bi se omogućilo utvrđivanje PF položaja. PF se bazira na mjerenju udaljenosti od višestrukih odašiljača ili udaljenosti i azimuta od istog odašiljača. Signali odaslani sa struktura odnosno konstrukcija koje se nalaze na zemlji jači su od signala GPS-a te i dalje, iako ne tako lako, mogu biti blokirani. Za vojne operacije, glavni nedostatak TACAN-a je u tome što odašiljanje ne može bit kontrolirano u svrhu postizanja nevidljivosti te neprijatelj može pratiti zrakoplov koji je opremljen ovim sustavom.

3.2.3. LORAN C

Ovaj radio sustav dugog dometa baziran na zemaljskim odašiljačima koristi čak i jače signale nego TACAN i teže mogu biti blokirani, premda trpe ozbiljne smetnje tijekom magnetske oluje. Iako je financiranje ograničeno, pojačan razvoj LORAN-a poznat kao E-LORAN, nastavlja se kao rezervni sustav „ranjivom“ GPS sustavu. Uglavnom se koristi za pomorske usluge.

Za vojnu primjenu na bespilotnim letjelicama, glavni nedostatak je vrlo ograničena dostupnost. Dostupan je uglavnom u naseljenim područjima Europe i Sjeverne Amerike te je gotovo neupotrebljiv na južnoj hemisferi.

3.2.4. Radio praćenje

Ovo je dobro utvrđeno i dostupno rješenje za zrakoplove koji operiraju na kraćim udaljenostima od 80 do 100 km. Posebno je primjenjivo za nadzor na bojnopolju iznad brdovitog područja i tijekom zemaljskih borbenih operacija ili za kraće pomorske operacije, kao na primjer misije nadzora iznad plaža gdje može biti uspostavljena direktna neometana radio veza između zemaljske i pomorske nadzorne postaje i zrakoplova.

U slučaju gubitka radio veze, zrakoplov i nadzorna postaja programirani su za skeniranje signala radi ponovnog uključivanja. Zrakoplov također nosi pojednostavljen INS³⁷ sustav kako bi bio u mogućnosti povratka u blizinu nadzorne postaje u slučaju pogreške prilikom ponovnog uključivanja. U predviđeno vrijeme dolaska dostupne su dvije opcije:

³⁷ INS – Inertial Navigation System – Inercijski navigacijski sustav.

automatski program slijetanja ili aktiviran bežični radio sustav niske frekvencije radi ponovnog uspostavljanja kontakta i kontrole zrakoplova za sigurno slijetanje.

3.3. Komunikacija

Komunikacija između nadzorne postaje i bespilotne letjelice sastoji se prvenstveno od *uplink-a* koji prenosi naredbe od operatera do bespilotne letjelice (ili bespilotnih letjelica u višestrukim operacijama) i *downlink-a* koji vraća podatke koje pokazuje bespilotna letjelica uključujući nosivost, status i slike sa bespilotne letjelice do nadzorne postaje te primanje bilo koje druge „satelitske“ stanice.

Održavanje komunikacije je od najveće važnosti prilikom operacija bespilotnih letjelica. Bez sposobnosti komunikacije, sustav bespilotne letjelice je smanjen samo na bespilotnu letjelicu koja je izgubila svestranost i široku lepezu mogućnosti cijelog sustava bespilotne letjelice.

3.3.1. Komunikacijski medij

Komunikacija između zemaljske nadzorne postaje i bespilotne letjelice te između bespilotne letjelice i zemaljske nadzorne postaje može se postići kroz tri različita medija: putem radija, putem optičkih vlakana i putem laserskih zraka. Svi navedeni mediji potrebni su za pouzdan i siguran prijenos podataka pri odgovarajućoj brzini.

Laserske zrake - Od ove metode sve se više odustaje, prvenstveno zbog atmosferske apsorpcije koja ograničava domet i smanjuje pouzdanost.

Optička vlakna - Prijenos podataka pomoću optičkih vlakana ostavlja mogućnost za specijalne zadaće koje zahtijevaju letenje na malim visinama, odašiljanje podataka visoke brzine i visoku sigurnost od otkrivanja i presretanja podataka (npr. otkrivanje i mjerenje nuklearnog, biološkog i kemijskog onečišćenja na bojnopolju).

Vlakna su namotana u obliku cilindra koji je montiran na bespilotnoj letjelici, a ne u zemaljskoj nadzornoj postaji. Ova metoda vjerojatnije bolje odgovara za operacije VTOL bespilotnim letjelicama te koje su ograničene u doletu od nekoliko kilometara.

Podaci se sigurno prenose natrag do zemaljske nadzorne postaje i po završetku misije, vlakna će se odspojiti od bespilotne letjelice koja će se popeti na veću visinu i vratiti

automatski do zemaljske nadzorne postaje [3]. Takav sustav bio je simuliran, projektiran i jednim dijelom izgrađen 1990. godine u okviru ugovora američke vojske za Sprite sustav bespilotne letjelice.

Radio - Jedini sustav koji je u uporabi je komunikacija putem radija između bespilotne letjelice i operatera, direktno ili putem satelita ili drugih sredstava radio releja.

3.3.2. Radio komunikacija

Propise vezane za sustave bespilotnih letjelica, uključujući i radio komunikaciju, u SAD-u izradila je FAA, koju je savjetovala RTCA³⁸. U Europi EASA³⁹ predstavlja sveukupno regulatorno tijelo te delegira razne aspekte propisa u Velikoj Britaniji do CAA⁴⁰ koju savjetuje OFCOM⁴¹, nadležno tijelo u Velikoj Britaniji za alociranje radijskih frekvencija.

Radio frekvencije - Elektromagnetski valovi općenito se smatraju korisnima. Kao radio nositelji leže ispod infracrvenog spektra u rasponu od 300 Ghz naniže do oko 3 Hz. Frekvencije u rasponu od 3 Hz (izrazito niska frekvencija) do 3 Ghz (ultra visoka frekvencija) općenito se smatraju odgovarajućim frekvencijama budući da se prelamaju u nižoj atmosferi te se iskrivljuju do određenog kuta oko zemljina opsega, povećavajući EER⁴².

Neophodno je odašiljati podatke visoke brzine, posebice sa senzora namijenjenog za detekciju i prijenos informacija koje sadrži slika, sa bespilotne letjelice do nadzorne postaje ili neke druge prijamne nadzorne postaje. Samo visoke radio frekvencije sposobne su to obavljati. Nažalost, one ovise prvenstveno o izravnoj i neometanoj LoS između antena koje primaju i odašilju podatke. Stoga, potrebno je prilagođavanje prilikom odabira radne frekvencije – niža frekvencija nudi bolje i pouzdanije prenošenje, ali ima reduciranu sposobnost brzine prijenosa podataka, dok veća frekvencija ima sposobnost velike brzine prijenosa podataka, ali zahtijeva veću direktnu LoS te općenito veću snagu za prijenos signala.

UHF⁴³ frekvencija u rasponu od 1 do 3 Ghz je u većini slučajeva poželjna, ali zbog povećanja potražnje domaćih usluga, kao što je emitiranje televizijskog programa, za

³⁸ RTCA – Radio Technical Commission for Aeronautics – Radio tehnička komisija za aeronautiku – američka dobrovoljna organizacija koja razvija tehničke smjernice za korištenje od strane regulatornih tijela vlade i industrije.

³⁹ EASA – European Aviation Safety Agency – Europska agencija za zrakoplovnu sigurnost.

⁴⁰ CAA – Civil Aviation Authority – Agencija za civilno zrakoplovstvo.

⁴¹ OFCOM – Office of Communications – Ured za komunikacije.

⁴² EER – Effective Earth Radius – Efektivni zemaljski radijus.

⁴³ UHF – Ultra High Frequency – Iznimno visoka frekvencija.

korištenje frekvencije u VHF⁴⁴, UHF rasponu, agencije za alokaciju frekvencija zahtijevaju da komunikacijski sustavi koriste veće frekvencije unutar SHF područja od 5 Ghz ili više.

3.3.3. Širina frekvencijskog područja

Prisutna je zabrinutost što vojni sustavi bespilotnih letjelica trenutno koriste široka frekvencijska područja. Uvođenje u rad sve većeg broja civilnih sustava, situacija se može dodatno zakomplicirati.

Slijedom navedenog, postoje potrebe za tehnologijom (kao što su tehnike kompresije širine frekvencijskog područja, za reduciranje širine frekvencijskog područja) koje zahtijevaju komunikacijski sustavi bespilotnih letjelica. Velik dio rada na autonomiji bespilotnih letjelica također je potaknut potrebom da se smanji kritično vrijeme zavisnosti od komunikacija i potrebne širine komunikacijskog područja.

TV kamera visoke razlučivosti ili IC modul za izradu i ažuriranje slika proizvodi brzinu prijenosa podataka 75 megabajta po sekundi. Smatra se da sa nekoliko senzora, uključujući i senzore visoke rezolucije koji su neophodni za uočavanje potencijalnih meta sa vrlo velikih visina, Global Hawk HALE⁴⁵ bespilotna letjelica koristi čak i do 500 megabajta po sekundi [3].

Iako bespilotne letjelice kraćeg doleta operiraju na kraćim visinama i ne koriste ogromnu širinu frekvencijskog područja, postoji povećana opasnost da će radio smetnje između sustava ograničiti broj sustava bespilotnih letjelica koji operiraju u jednoj regiji. Stoga, poželjno je da se što je više moguće podataka procesira unutar bespilotne letjelice te da sa kompresijom širine frekvencijskog područja upotreba širine frekvencijskog područja sustava bespilotne letjelice smanji na prihvatljivu razinu. Srećom, razvoj elektroničkih tehnologija to i omogućava.

Da bi se postigla sigurnost od nenamjernog ometanja, postoji hitna potreba za DSRC⁴⁶ komunikacijom za civilne sustave bespilotnih letjelica. Većina komunikacijskih sustava bespilotnih letjelica djeluje uglavnom unutar *L band-a*⁴⁷ i *C band-a*⁴⁸ zajedno s drugim korisnicima. Ujedno je radna grupa za integraciju sustava bespilotnih letjelica u zračni

⁴⁴ VHF – Very High Frequency – Vrlo visoka frekvencija.

⁴⁵ HALE – High Altitude Long Endurance – Velika visina/duga istrajnost.

⁴⁶ DSRC – Dedicated Short Range Communications –Komunikacija kratkog dometa posebne namjene.

⁴⁷ L band – raspon radio spektra od 1 do 2 Ghz prema IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers – Institut električkih i elektroničkih inženjera).

⁴⁸ C band – raspon radio spektra od 4 do 8 Ghz prema IEEE.

promet, kao što je EUROCAE⁴⁹ WG 73 i RTCA SC 203, izvršila raspored frekvencijskog područja za civilne sustave bespilotnih letjelica.

⁴⁹ EUROCAE – European Organisation for Civil Aviation Equipment – Europska organizacija za opremu za civilno zrakoplovstvo.

4. PLANIRANJE AKCIJA POTRAGE I SPAŠAVANJA

Planiranje akcija traganja i spašavanja istovremeno predstavlja i umjetnost i znanost, oslanjajući se u velikoj mjeri na kreativnost i iskustvo osoblja. Zbog brojnih nepravilnosti tijekom operacija traganja i spašavanja i osobitosti svake pojedine operacije, smjernice sadržane u NSS⁵⁰-u moraju biti donesene razboritom odlukom, uzimajući u obzir svaku situaciju pojedinačno. Zadaća službe traganja i spašavanja je praćenje, komunikacija i koordinacija akcija traganja i spašavanja. To uključuje pružanje prve medicinske pomoći i davanje savjeta, korištenjem javnih i privatnih resursa, uključujući suradnju zrakoplova, brodova i plovila te drugih sredstava i postrojenja [4].

Uspostavljanje nacionalnog ili regionalnog sustava za pružanje usluga traganja i spašavanja predstavlja dio globalnog sustava. Usluge traganja i spašavanja pomažu zemljama da udovolje nacionalnim i međunarodnim humanitarnim i pravnim obvezama [5]. Obveze država za ustrojavanje nacionalne operative traganja i spašavanja proizlaze iz međunarodnih konvencija (Čikaška, Konvencija o otvorenim morima i SOLAS⁵¹ Konvencije te Konvencije o pomorskoj potrazi i spašavanju). Smjernice za izradu planova potrage i spašavanja prikazane su u IAMSAR⁵² Priručniku. To je zajednička publikacija ICAO-a i IMO⁵³-a, koja sugerira standardizirani „out-look model“ državama članicama za postavljanje glavnih smjernica, za osnivanje sustava za potragu i spašavanje. Godine 1991. osnovana je Međunarodna savjetodavna služba za potragu i spašavanje INSARAG⁵⁴. Misija INSARAG-a je razvoj učinkovitih međunarodnih relacija u zahtjevima spašavanja života i humanitarne pomoći u slučajevima prirodnih i antropogenih nesreća [5]. Neke od aktivnosti INSARAG-a su unapređenje suradnje između međunarodnih timova za potragu i spašavanje i razmjena informacija o operativnim procedurama i iskustvima. Preporuke pri osnivanju takve službe nalaze se u IAMSAR Naputku.

⁵⁰ NSS – National Search and Rescue Supplement – Nacionalni dodatak za potragu i spašavanje.

⁵¹ SOLAS – Safety of Life at Sea – Međunarodna konvencija o zaštiti ljudskih života na moru.

⁵² IAMSAR – International Aeronautical and Maritime Search and Rescue – Zajednička publikacija ICAO-a i IMO-a koja sugerira državama članicama postavljanje glavnih smjernica, vezanih za osnivanje sustava za potragu i spašavanje.

⁵³ IMO – International Maritime Organization – Međunarodna pomorska organizacija.

⁵⁴ INSARAG – International Search and Rescue Advisory Group – Međunarodna savjetodavna grupa za potragu i spašavanje.

4.1. Planiranje akcija traganja

4.1.1. Metode planiranja potraga

Metode korištene u planiranju potraga ovise o složenosti incidenta i raspoloživim mogućnostima planiranja. Za složenije slučajeve, sofisticirani računalni programi mogu pomoći u analizi te se preporučuju ukoliko je inicijalna informacija nepotpuna ili operacija traganja traje više od jednog dana. Za manje složene slučajeve ili ako računalna pomagala nisu dostupna, mogu biti upotrijebljene i „ručne metode“. Sve metode planiranja koriste istu vrstu informacije. „Ručna metoda“ detaljno je objašnjena u IAMSAR priručniku, Volume 2. Izračuni zahtijevaju poznavanje vektora i jednostavne algebre. Može biti od koristi i korištenje kalkulatora koji podržava znanstvene funkcije.

4.1.1.1. Planiranje potraga uporabom računalnih programa računalom

CASP⁵⁵ predstavlja računalni program koji je na raspolaganju u RCC⁵⁶-ima. Može se koristiti u većini planiranja traganja te je najkorisniji u situacijama koje su previše složene za primjenu „ručne metode“ planiranja. Najviše koristi od programa imaju slučajevi na moru sa više od 24 sata traženja objekta.

Prednosti primjene ovog programa su [4]:

- a) Pripisivanje više dostupnih podataka o incidentu nego što je to moguće korištenjem „ručne metode“. Koordinator operacije potrage i spašavanja može procijeniti sve moguće scenarije spašavanja uključujući vrijeme, položaj, objekt ili osobu za kojom se traga, čimbenik okoliša, itd. „Ručna metoda“ procjenjuje podatke za izračun lokacije gdje se nalazi objekt ili osoba za kojom se traga.
- b) Korištenje računalne simulacije za grafički prikaz lokacija gdje se nalazi objekt ili osoba i najvjerojatnija područja gdje se objekt ili osoba nalazila. U situacijama više od jednog dana traganja, program može koristiti prethodne rezultate traganja za procjenu moguće lokacije gdje bi se osoba ili objekt mogao nalaziti.

⁵⁵ CASP – Computer Assisted Search Planning – Planiranje potraga uporabom računalnih programa.

⁵⁶ RCC – Rescue Co-ordination Centre – Koordinacijski centar za spašavanje.

- c) Izračunavanje vjerojatnosti uspjeha, procjenu učinkovitosti potrage za svaku pojedinu akciju traganja i ukupnih akcija traganja. Vjerojatnost uspjeha potrage (POS⁵⁷) predstavlja vjerojatnost da se objekt ili osoba za kojom se traga nalazi na području koje se pregledava te da će biti lociran/a. POS je uvijek manji od POD⁵⁸ posebno u slučajevima koji uključuju nekoliko dana traganja.

CASP program koristi POS zajedno sa informacijama dobivenim od jedinica za potragu i spašavanje u svrhu optimalne alokacije napora traganja, omogućujući SMC⁵⁹ -u da odabere gdje će rasporediti resurse koji se koriste u operacijama potrage i spašavanja kako bi se postigla maksimalna učinkovitost. Nadalje, program koristi prosječne povijesne i prognostičke proračune o okolišu ili stvarne podatke. Kada god je moguće koriste se stvarni podaci zato što neke razlike u informaciji mogu značajno utjecati na prognozirane podatke. Čak i dobro uspostavljene vremenske struje mogu se razlikovati po lokaciji, smjeru i intenzitetu tako da su vremenske prognoze ponekad netočne. Kako bi se poboljšala pouzdanost i točnost programa, uspješne i neuspješne operacije traganja i spašavanja se uspoređuju sa CASP predviđanjima.

4.1.1.2. Radar za zemaljsko traganje

Radar za zemaljsko traganje je vrlo važan alat koji može pomoći u ažuriranju posljednjeg poznatog položaja objekta ili osobe za kojom se traga. Osobe zadužene za planiranje potrage trebaju uzeti u obzir i široko područje izvan onog kojeg radar pokazuje kao moguću lokaciju gdje se objekt ili osoba nalazi. Nekoliko tragova na površini zemlje neposredno ispod radara koje on pokazuje mogu postojati npr. u situaciji kada zrakoplov ne odašilje signale sa svog transpondera. Tada, potrebno je istražiti sva područja koja se nalaze u blizini svih tragova koje radar pokazuje. Planeri također ne smiju zanemariti i druge tragove koje radar pokazuje, a koji se mogu pojaviti kao pogreške. Nadalje, tragovi koje radar prikazuje mogu se pojavljivati i nestajati više puta cijelom dužinom rute kojom je zrakoplov letio što je posljedica interferencije valova. Od ostalih alata za planiranje operacija potrage i

⁵⁷ POS – Probability of Success – Vjerojatnost uspjeha.

⁵⁸ POD – Probability of Detection – Vjerojatnost otkrivanja.

⁵⁹ SMC – Search and Rescue Mission Coordinator – Koordinator potrage i spašavanja.

spašavanja ističe se Navy NAVSAR⁶⁰ paketi za utvrđivanje područja traganja i raspodjele resursa.

4.1.2. Upravljanje zračnim prostorom

Koordinator potrage i spašavanja suočava se s dva problema vezana za kontrolirani zračni prostor [4]:

- a) dozvoljen pristup kontroliranom zračnom prostoru u svrhu operacije potrage i spašavanja,
- b) stjecanje rezervacija zračnog prostora.

Ministarstvo obrane kontrolira mnoga područja koja su označena za posebnu upotrebu zračnog prostora. To uključuje MOA⁶¹-u, „*low-level*“ vojne aktivnosti, ograničena područja iznad kopna, područja upozorenja iznad mora i rute namijenjene za probijanje zvučnog zida. Ukoliko to situacija zahtijeva, za djelovanje sredstava uključenih u operaciji traganja i spašavanja u tim područjima, nužna je prvotno koordinacija sa vojnim zapovjedništvom koje je zaduženo za posebnu upotrebu zračnog prostora.

SMC se često mora uskladiti sa kontrolom zračne plovidbe tijekom operacije traganja i spašavanja te mora biti upoznat sa procedurama kontrole zračne plovidbe. Zrakoplovu je zabranjeno letenje u IMC⁶² uvjetima u kontroliranom zračnom prostoru, osim ukoliko je letenje u IFR uvjetima omogućila kontrola zračne plovidbe. Obično je nemoguće dobiti IFR dopuštenje u nekontroliranom zračnom prostoru i kao rezultat toga zrakoplov može letjeti samo ako se održava vizualno odvajanje od drugog zrakoplova. Zrakoplov u državnom vlasništvu koji leti iznad otvorenog mora može letjeti u IMC uvjetima bez IFR dopuštenja, ali pod propisanim uvjetima.

Koordinator operacije potrage i spašavanja može zatražiti od kontrole zračne plovidbe privremenu rezervaciju zračnog prostora kako bi se spriječilo uplitanje drugih zrakoplova koji ne sudjeluju u operaciji traganja i spašavanja. To se posebno odnosi na zrakoplove generalne avijacije i helikoptere. Privremena rezervacija zračnog prostora može se dobiti u domaćem zračnom prostoru te se može uvesti u situacijama prirodnih katastrofa, poplava, požara, itd.

⁶⁰ NAVSAR – Naval Search and Rescue - Potraga i spašavanje na moru.

⁶¹ MOA – Military Operating Areas – Vojno operativna područja.

⁶² IMC – Instrument Meteorological Conditions – Instrumentalni meteorološki uvjeti.

Područja upozorenja mogu biti rezervirana u domaćem ili međunarodnom zračnom prostoru, ali najčešće su rezervirana u nekontroliranom zračnom prostoru. Kontrola zračne plovidbe neće rutinski izdati NOTAM⁶³ za ovu vrstu rezervacije. Međutim, SMC može zatražiti izdavanje NOTAM-a da spriječi ulazak zrakoplova koji ne sudjeluju u operaciji potrage i spašavanja. Visina za operacije potrage i spašavanja koja se obično rezervira spada u kontrolirani zračni prostor i osigurava razdvajanje od zrakoplova kojeg kontrolira ATC⁶⁴, dok ne postoji osiguranje od zrakoplova koji nije pod kontrolom ATC-a. Za ovakvu vrstu rezervacije ATC ne izdaje NOTAM.

Tijekom velikih operacija ili operacija koje su udaljene od odgovarajućih komunikacijskih objekata, SMC može zatražiti ACO⁶⁵ da uspostavi orbitu na velikoj visini iznad područja namijenjenog za operaciju traganja i spašavanja poradi bolje komunikacije sa komunikacijskim objektima i obalnim radio postajama. SMC odabire položaj iznad područja iznad kojeg se vrši operacija traganja koji omogućuje ACO-u da uspostavi radio kontakt sa zrakoplovima koji sudjeluju u operaciji traganja i spašavanja. Zrakoplov koji sudjeluje u operaciji traganja i spašavanja treba koristiti riječ *spašavanje* u njihovim pozivnim znakovima prilikom zahtjeva za ulazak u ograničeno područje.

4.1.3. Objekti za kojima se traga

U IAMSAR priručniku, Volume 2, prikazano je kako karakteristike objekta za kojim se traga i okolni uvjeti utječu na njegovo otkrivanje. Planeri operacija moraju biti svjesni utjecaja tih karakteristika i uvjeta osobito tijekom vizualnih operacija traganja.

Boja igra važnu ulogu u otkrivanju te bi trebala biti u suprotnosti u odnosu na okolinu. Mali objekti za kojima se traga koji su u suprotnosti sa pozadinom često se mogu vidjeti znatno lakše nego veliki objekti koji se stapaju sa okolinom. Međutim, mali objekti mogu se vidjeti samo do neke ograničene udaljenosti bez obzira na kontrast boja. Kako bi boja bila što učinkovitija, oko tragača mora izravno gledati u smjeru objekta za kojim se traga, zato što su receptori boja koncentrirani u središtu mrežnice oka i objekti viđeni izvan kuta oka bivaju

⁶³ NOTAM – Notification to Airmen – Žurna informacija – poruka prosljeđena putem telekomunikacija, a sadrži

informacije koje se odnose na uspostavu, stanje ili promjenu na bilo kojem zrakoplovnom uređaju ili infrastrukturi, usluzi, postupku ili na opasnost u zračnom prometu čije je pravovremeno objavljivanje bitno za osoblje povezano s letačkim operacijama.

⁶⁴ ATC – Air Traffic Control – Kontrola zračnog prometa.

⁶⁵ ACO – Aircraft Coordinator – Zrakoplovni koordinator.

uočeni zbog kontrasta boja. Bijela, žuta, narančasta i crvena boja pružaju dobar kontrast u odnosu na pozadinu vode.

Osvjetljenje također igra važnu ulogu u kontrastu objekta za kojim se traga i okoline. Na primjer, fluorescentne boje obično se vide na većim udaljenostima u odnosu na normalnu narančastu boju. Gustoća boje u fluorescentnim bojama je toliko velika da se kontrast osvjetljenja usklađuje sa kontrastom same boje kako bi se povećala vjerojatnost detekcije objekta reflektirajući veće količine svjetlosti.

Generalno, boja vode se puno lakše primijeti kada se gleda što dalje od Sunca, dok je veća vjerojatnost da će obris broda biti viđen prije ukoliko se gleda prema suncu. Dakle, kontrast boje i osvjetljenje imaju najviše utjecaja kada je objekt za kojim se traga pozicioniran prema Suncu.

Kretanje objekta utječe na otkrivanje udaljenosti izazivajući „nešto drugo“ u vidnom polju. Na primjer, kako se brod kreće brže, val je veći i otkrivanje udaljenosti iz zraka se povećava s obzirom na efekt povećanja veličine objekta. Svaki pokret objekta na smirenom moru privući će pažnju. S druge strane, objekt koji miruje može biti otkriven zahvaljujući valovima budući da pozicija objekta ostaje ista, dok se valovi neprekidno gibaju.

Relativna količina vremena kojim je objekt za kojim se traga izložen promatraču utječe na detekciju objekta. Oblik objekta za kojim se traga, osobito gaz broda, može utjecati na trajanje otkrivanja objekta zato što valovi i gibanje mogu povremeno sakriti objekt. Male objekte je posebno teško detektirati na otvorenom moru upravo zbog ovog efekta.

Nadmorska visina utječe na mnogobrojne aspekte procesa vizualnog detektiranja. Kako se visina smanjuje, objekt za kojim se traga prolazi kroz vidno polje puno brže nego pri većim visinama. Objekti sa nižom palubom teže su uočljivi te površinske nepravilnosti postaju izražajnije. Također, pri nižoj visini piloti se više koncentriraju na njihove instrumente nego što bi se koncentrirali pri većoj visini. Ovi efekti najizraženiji su na visinama ispod 150 m.

4.1.4. Kretanje sredstava uključenih u traganje i spašavanje

Koordinator operacije traganja i spašavanja (SMC) organizira raspored dolazaka i zbornu mjesto za sva sredstva uključena u operaciju potrage i spašavanja. Ukoliko se zahtjevi promijene tijekom prijevoza sredstava, mora postojati usklađenost s matičnim agencijama,

drugim resursima uključenim u traganje i spašavanje te sa OSC⁶⁶. SMC specificira CHOP⁶⁷ zahtjeve u poruci plana akcije traganja. Tijekom dolaska zrakoplova koji je uključen u operaciju traganja prosljeđuje CHOP poruku ACO-u ili OSC-u koji pruža uslugu praćenja leta i osigurava komunikaciju s drugim objektima koji sudjeluju u potrazi i spašavanju [4].

Veliki značaj u akcijama traganja i spašavanja imaju sigurnosni postupci za zrakoplove. Ukoliko nema rezervacije zračnog prostora, zrakoplovi SRU⁶⁸-a odgovorni su za poštivanje svih FAA i ICAO⁶⁹ zahtjeva. Tijekom velikih operacija traganja, SMC obično dobiva odobrenje ATC-a za rezervaciju zračnog prostora za potrebe provedbe operacije. U situaciji kada ATC nije u mogućnosti dati rezervaciju zračnog prostora za zrakoplove uključene u operaciju traganja, SMC i OSC će normalno pružiti sigurnost i uslugu uzbuđivanja. Svi zrakoplovi koji se nalaze u rezerviranom zračnom prostoru održavaju vlastito VFR⁷⁰ razdvajanje. Ukoliko postoje IMC uvjeti u rezerviranom zračnom prostoru, zrakoplovu se ne smije dodijeliti vizualno traganje. U nedostatku ATC sadržaja odnosno objekata, kontrola zrakoplova u zračnom prostoru koji je rezerviran za operacije traganja i spašavanja često će biti savjetodavnog karaktera, osim ukoliko je OSC kvalificiran te ima iskustva kao kontrolor zračne plovidbe ili ACO koji će biti zadužen za kontrolu zračnog prometa.

Brodovi na moru, iako ne uvijek dostupni za sudjelovanje u većim operacijama traganja i spašavanja, potencijalno se svrstavaju u osnovna sredstva za operacije potrage i spašavanja. Kapetani brodova imaju dužnost pomagati drugima na moru kad god je to moguće i bez ugrožavanja drugih brodova ili posade. Kapetan donosi konačnu odluku da li će se odgovoriti na stresnu situaciju ukoliko do nje dođe. Odgovornost međunarodnog prava nameće da kapetan mora pomoći u stresnim situacijama, ali ne i u neizvjesnim i alarmantnim situacijama tijekom operacije traganja i spašavanja. Pomoć brodova potražuju nadležne jedinice vlasti odgovorne za provođenje operacije traganja i spašavanja. SMC ili OSC trebaju osigurati direktnu komunikaciju sa drugim brodovima kako bi mogli pružiti što bolju pomoć. Kada brodovi više nisu potrebni, SMC ili OSC trebaju zahvaliti plovilima u smislu „vaša pomoć više nije potrebna“.

⁶⁶ OSC – On-Scene Coordinator – Koordinator mjesta događaja.

⁶⁷ CHOP – Change Operational Control – Datum i vrijeme u kojem odgovornost za operativnu kontrolu jedinica prelazi iz jedne upravljačke ovlasti na drugu.

⁶⁸ SRU – Search and Rescue Unit – Jedinica za potragu i spašavanje.

⁶⁹ ICAO – International Civil Aviation Organization – Međunarodna organizacija za civilno zrakoplovstvo.

⁷⁰ VFR – Visual Flight Rules – Pravila za vizualno letenje.

Navigatori su dužni prikazati položaj, smjer i brzinu svih brodova koji su uočeni tijekom potrage. Ukoliko su uočeni preživjeli ili je locirana stresna situacija, tek tada se može donijeti odluka o eventualnoj upotrebi tih brodova u operaciji spašavanja.

Koordinator operacije potrage i spašavanja ima zadatak pribaviti, informirati i poslati sva pomoćna sredstva koja sudjeluju u operaciji potrage i spašavanja. Kada pomoćna sredstva pristignu na zahtijevanu lokaciju, svako pojedinačno sredstvo treba dobiti kratki inicijalni *briefing* od strane OSC ili ACO te ih je potrebno pratiti sve dok im nisu dodijeljena područja traganja. Sredstva bivaju otpuštena kada rezultati traganja budu predani OSC-u ili ACO-u.

Ukoliko zrakoplov ili brod koji je određen kao OSC ili ACO doživi kvar koji ga onemogućava da učinkovito obavlja vlastite dužnosti, jedan od sredstva koji se već nalazi na lokaciji obično biva odabran kao njegova zamjena.

Zamjenska sredstva su uključena u prijenos informacija koje su date svakom od nadolazećih sudionika u operaciji traganja i spašavanja te pružaju informacije o sredstvima koja se već nalaze na području na kojem se provodi traganje, ali i o onim sredstvima koja se nalaze u rezerviranom zračnom prostoru.

Ukoliko je uključeno nekoliko područja na kojima se vrši traganje, zrakoplovu u odlasku može se dati odobrenje da se „popne“ na veću visinu unutar granica područja dodijeljenog za operaciju traganja i spašavanja. Za povratni let zrakoplov mora dobiti odobrenje ATC-a. Odlasci brodova sa područja na kojem se vrši traganje su pod kontrolom OSC-a.

4.2. Alokacija usluga za optimalno traganje

Problem planera operacija traganja, jednostavno rečeno, odrediti je kako najučinkovitije iskoristiti sve dostupne sadržaje za operacije traganja. Preživjeli moraju biti brzo locirani kako bi se spasili životi. Traganje je skupo i ponekad su objekti uključeni u operacije traganja izloženi većim rizicima. Strategija za implementaciju sadržaja uključenih u operaciju traganja iskazana je kao ona koja donosi najveću učinkovitost, a to se postiže: podjelom mogućih područja scenarija na pod-područja, procjenom POC⁷¹-a za svako pod-područje, razvojem plana potrage koji maksimizira POS⁷², provođenjem plana potrage,

⁷¹ POC – Probability of Containment – Vjerojatnost da se objekt za kojim se traga nalazi unutar granica nekog područja.

⁷² POS – Probability of Success – Vjerojatnost uspjeha.

ažuriranjem svih POC vrijednosti kako bi se prikazali rezultati traganja i korištenjem ažuriranih POC vrijednosti za maksimiziranje POS-a za slijedeću operaciju traganja.

Ova strategija je samokorektivna. Čak i ako izbor početnog POC-a ne stavlja objekt za kojim se traga u pod-područje koje ima visoku POC vrijednost, provedbom ove strategije usredotočenost će se premjestiti na aktualnu lokaciju na kojoj se preživjeli nalazi.

Alokacija napora. U većini slučajeva planeri operacija traganja nemaju na raspolaganju dovoljno resursa za postizanje visokog faktora pokrivanja preko svih mogućih lokacija na kojima bi se mogli nalaziti preživjeli. Najveći problem predstavlja donošenje odluka gdje alocirati i koncentrirati napore kako bi se povećale šanse za uspjeh. Planeri moraju odlučiti hoće li tražiti malo područje sa visokim faktorom pokrivanja ili veliko područje sa manjim faktorom pokrivanja. Najbolji izbor je obično onaj koji maksimizira POS. Maksimiziranje POS-a ovisi o tome koliki je napor moguće uložiti u operaciji traganja i kako su distribuirane vjerojatnosti lokacija na kojima bi se preživjeli mogli naći.

Ravnomjerna distribucija. Prema teoriji, najbolji način ravnomjernog traganja je širenje napora ravnomjerno preko cijelog mogućeg područja scenarija. To će uvijek proizvesti maksimalni POS, iako POD vrijednost može biti niska. U praksi se, međutim, faktor pokrivenosti manji od 0,5 ne preporučuje. Mape početne vjerojatnosti za ravnomjernom distribucijom obično se rade polaganjem propisane „rešetke“ jednake veličine ćelija preko mogućeg područja i postavljanjem jednake količine vjerojatnosti na svaku pojedinu ćeliju. Vjerojatnosti u svakoj pojedinoj ćeliji jednaka je 1,0 (100%) podijeljeno sa brojem ćelija. U 10x10 rešetki (100 ćelija), svakoj ćeliji biti će dodijeljen POC od 1%.

Distribucija koncentrirana oko referentne točke. Kada se jedna pozicija koristi kao referentna točka za planiranje potrage, distribucija vjerojatnosti lokacija na kojima se nalazi objekt simulira se u obliku kružnice.

Jednom kada je optimalna točka nađena, planeri mogu odrediti optimalan faktor pokrivanja, POD i kumulativnu vjerojatnost uspjeha (POC). Planeri tada mogu podijeliti područje traganja na pod-područja i izabrati obrasce traganja u svrhu raspodjele specifičnih sadržaja uključenih u operaciju traganja.

Distribucija koncentrirana uzduž referentne linije. Kada se linija koristi kao referentna za planiranje potrage, distribucija vjerojatnosti lokacija na kojima se nalazi objekt za kojim se traga, simulira se kao ravnomjerna uzduž cijele linije te normalna s obje strane. Upute za stvaranje mape vjerojatnosti za referentnu liniju, koristeći rešetke različitih veličina ćelija, nalaze se u dodatku M IAMSAR priručnika (Volume 2).

Opća distribucija. Ova tehnika se može primijeniti na bilo kojoj mapi vjerojatnosti. Međutim, obično se primjenjuje na mapi vjerojatnosti gdje distribucija lokacija objekta za kojim se traga nije koncentrirana oko točke ili linije.

4.3. Poruka akcije traganja

Nakon što je plan akcije traganja razvijen, kako bi se ostvario, plan se putem poruke akcije traganja šalje OSC-u i drugim sudionicima uključenim u operaciju. Primjer poruke nalazi se u dodatku L IAMSAR priručnika zajedno sa *Search and Rescue Plan Worksheet*-om. Poruka treba uključivati sažetak situacije na terenu, uključujući i prirodu događaja, zadnju poznatu poziciju, opis objekta za kojim se traga, vrstu pomagala za lociranje i opremu za preživljavanje koju preživjeli mogu imati, prognozu vremena i sadržaje koji se već nalaze na samom mjestu događaja. Pored navedenog, poruka treba sadržavati popis područja na kojima se vrši potraga i pod-područja koja se mogu pretraživati u zadanom vremenu. Porukom bi se trebali dodijeliti primarni i sekundarni kanali veze za kontrolu, kanali za vezu na mjestu događaja te kanali za novinare i specijalne radio procedure. Poželjno je poruku poslati što ranije. Ukoliko se planira operacija u zoru, agencije koje sadržajima snabdijevaju sve uključene u traganje trebaju primiti poruku najmanje šest sati prije vremena polaska. Poruka se uvijek može naknado proširiti ili izmijeniti.

4.4. Planiranje akcija spašavanja

Kada je objekt za kojim se traga lociran, SMC (ili OSC ili pilot zapovjednik svih uključenih u operaciji) mora odlučiti o načinu ili metodi spašavanja koju treba slijediti te koju će koristiti sva sredstva u operaciji spašavanja. Čimbenici koje je potrebno uzeti u obzir su: lokacija i razmještaj preživjelih, zdravstveno stanje preživjelih, koliki se broj osoba našao u nevolji te koliko ih je locirano, ekološki i meteorološki uvjeti, dostupna sredstva i njihovo stanje pripravnosti (kako bi se smanjilo kašnjenje, sredstva koja se koriste u operaciji spašavanja moraju biti pravovremeno alarmirana i angažirana na odgovarajućoj lokaciji dok je potraga još u tijeku), utjecaj vremenskih neprilika na samu operaciju, doba dana i drugi faktori koji se odnose na vidljivost i bilo koji rizik ili opasnost koja prijeti osoblju koje je uključeno u operaciji, kao primjerice opasne tvari.

Za vrijeme oružanog sukoba, služba traganja i spašavanja normalno će i dalje pružati usluge sukladno Ženevskoj konvenciji iz 1949. godine.

4.4.1. Uočavanje i naknadne procedure

Kada je objekt za kojim se traga lociran, potrebno je osigurati da tim za spašavanje razumije da spašavanje preživjelih može biti još teže i opasnije nego traganje. Sredstva uključena u traganje trebaju ukazati preživjelima da su uočeni bilo kojom od slijedećih metoda [6]:

- signalnom lampom ili reflektorima,
- ispaljivanjem signalnih raketa (poželjna je zelena boja),
- ukoliko zrakoplov predstavlja sredstvo koje traga za preživjelima, pilot može letjeti nisko iznad preživjelih s uključenim svjetlima stajnog trapa ili ljuljanjem krila ukazati da su preživjeli uočeni.

Ako sredstvo koje traga za preživjelima nije u mogućnosti djelovati u neposrednom spašavanju preživjelih, potrebno je osigurati izvršavanje nekih drugih koraka [6]:

- izbacivanje komunikacijske opreme i opreme za spašavanje,
- cijelo vrijeme držati stresnu situaciju pod kontrolom, precizno snimiti vlastitu situaciju te obilježiti ju sa vodootpornom bojom ili dimnom zavjesom u boji koja pluta na vodi,
- prijaviti promatranje SMC-u sa dostupnim informacijama o:
 - vremenu uočavanja (mora biti navedena vremenska zona),
 - položaju objekta za kojim se traga,
 - opis stresne situacije,
 - broju preživjelih i njihovo zdravstveno stanje,
 - stanju sredstva koje se našlo u stresnoj situaciji,
 - potrebnom priboru i opremi za preživljavanje,
 - sve poruke uključujući i prijenos podataka radio-stanicom primljenih od preživjelih,
 - vremenskim uvjetima i uvjetima na moru,
 - vrsti i lokaciji najbližeg plovila,
 - poduzetim akcijama i pomoći ukoliko je već pružena,
 - potrebnim akcijama koje je potrebno poduzeti,

- preostalom gorivu i izdržljivosti objekta koji se već našao u blizini stresne situacije,
- jasnim rizicima u operaciji spašavanja, uključujući i opasne tvari.

SMC također može zatražiti sredstva poradi:

- utvrđivanja prostora pogodnog za uporabu zrakoplova, spasitelja, medicinskog osoblja i najbolje rute za upotrebu zemaljskih sredstava,
- direktnog spašavanja drugih sredstava i letjelica u nevolji.

4.4.2. Doprema tima i opreme za spašavanje

Pomorske jedinice traganja i spašavanja predstavljaju pouzdan način isporuke opreme, zaliha i ljudstva do područja stresne situacije. Oprema najčešće sadrži pumpu za izbacivanje prljave vode, opremu za vuču, protupožarnu opremu i medicinska pomagala. Isporuka osoblja je obično limitirana na medicinsko osoblje i osoblje za otklanjanje tehničkih nedostataka.

Zračna isporuka opreme, zaliha i ljudstva predstavlja najbržu metodu isporuke. Helikopteri su posebno prikladni za tu svrhu i obično su primarno sredstvo za isporuku ljudstva. Jedinice traganja i spašavanja (SRU) trebaju cijelo vrijeme nositi raznovrsnu opremu za spašavanje, ali brodovi i zrakoplovi su limitirani u isporuci opreme zbog njihove veličine. SRU treba osigurati opremu za spašavanje prikladnu za svaku pojedinačnu situaciju. Oprema koja se najčešće koristi treba se nalaziti u bazama SRU-a, uključujući opremu dizajniranu za izbacivanje iz zrakoplova.

Za operacije koje se izvršavaju noću potrebno je osvjtljenje mjesta događaja, pri čemu sve jedinice traganja i spašavanja moraju biti u mogućnosti to osigurati. Osvjetljenje može uključivati primjenu padobrana sa osvjtljivačem ili reflektora visokog intenziteta.

4.4.2.1. Zalihe i oprema za preživljavanje

Zalihe i oprema za preživljavanje mogu se nositi zračnim ili pomorskim sredstvima za pomoć preživjelima kako bi se olakšalo njihovo preživljavanje. Vrsta i količina opreme koja je potrebna za dopremu ovisi o okolnostima na terenu. Pomorska sredstva i helikopteri mogu direktno dostaviti opremu izravno do preživjelih. Zrakoplovi sa fiksnim krilima također mogu dostaviti zalihe do preživjelih ukoliko u blizini mjesta događaja postoje područja pogodna za

slijetanje ili ako zalihe mogu biti izbačene direktno na mjesto događaja. Pakiranje opreme i zaliha za preživljavanje potrebno je prilagoditi načinu isporuke.

Paketi opreme i zaliha moraju biti prilagođeni okolnostima SRR⁷³-a u kojima se koriste. Dodatak G IAMSAR priručnika pruža vodič preporučenih zaliha i opreme za preživljavanje koje jedinice traganja i spašavanja mogu pružiti [6]:

Za zračna sredstva:

- a) svi zrakoplovi sa fiksnim krilima trebaju nositi opremu za spašavanje i zalihe do preživjelih čim su preživjeli uočeni i locirani. To je vrlo važno ukoliko su preživjeli nađeni u oslabljenom stanju ili ukoliko se preživjeli od trenutka lociranja moraju zadržati na mjestu događaja tijekom duljeg razdoblja,
- b) gumeni čamci za spašavanje trebaju biti dostupni za upotrebu kada:
 - plovila za spašavanje nisu uspješno pokrenuta ili su oštećena prilikom pokretanja,
 - plovila za spašavanje su postala neupotrebljiva,
 - preživjeli su prenatrpani u plovilu za preživljavanje koje je već u upotrebi,
 - su preživjeli u vodi.

Gumene čamci, zalihe i oprema za preživljavanje mogu se ispustiti zajedno u lancu,

- c) izbacivanje čamca za spašavanje iz zraka može itekako doprinijeti spašavanju, ali potreba za određenim tipom zrakoplova, specifičnim rukovanjem i postupcima izbacivanja čini ovu stavku primjenjivu samo za specijalne jedinice traganja i spašavanja.

Za pomorska sredstva:

- a) zalihe i oprema za spašavanje nošena na brodu za spašavanje ne trebaju biti velika kada su medicinska skrb, deke, odjeća, vrući napitci, itd., dostupni na obali. Dodatna oprema treba biti uzeta ukoliko su brodovi za spašavanje limitirani u broju ili ukoliko je klima izrazito teška. U opremu koja je obavezna spadaju vrući napitci, prekrivači za preživjele i izolacijski pokrivači protiv hipotermije.

⁷³ SRR – Search and Rescue Region – Regija traganja i spašavanja.

- b) plovila za spašavanje koja operiraju na određenoj udaljenosti od obale trebaju nositi neke od već navedenih predmeta, uključujući i opremu za umjetno disanje te opremu za pružanje prve pomoći.

4.4.2.2. Medicinsko osoblje

U formuliranju bilo kojeg plana spašavanja, SMC treba razmotriti uspostavljanje medicinske baze kako bi kompetentno medicinsko osoblje osiguralo trijažu. Jednom kada je objekt viđen, SMC mora razmotriti da li poslati medicinsko osoblje na mjesto događaja. Drugo, nužno je procijeniti mentalnu traumu koju preživjeli i spasioци mogu podnijeti. Planovi i procedure moraju biti razrađeni za sindrom post-traumatskog stresa.

4.4.3. Operacije masovnog spašavanja

Zrakoplovne i brodske nesreće mogu zahtijevati veliki medicinski odaziv. Zadatak logistike u spašavanju velikog broja žrtava, pružanje prve pomoći te transportiranje osoblja do odgovarajućih medicinskih ustanova je vrlo zahtjevno, bilo na moru ili na kopnu. Sva raspoloživa sredstva trebala bi se odazvati i uključiti u akciju. Dodatak C IAMSAR priručnika pruža detaljnije informacije u oglednom primjeru plana operacija masovnog spašavanja.

Njega preživjelih - nakon spašavanja, preživjeli mogu zahtijevati bolničko liječenje koje im mora biti osigurano što je prije moguće. SMC treba osigurati da ambulante i bolnice budu u stanju pripravnosti. S druge strane, osoblje uključeno u operaciju potrage i spašavanja mora osigurati da nakon spašavanja preživjeli ne ostanu sami, posebice u situacijama težih ozljeda, naznaka simptoma hipotermije, psihičke ili mentalne iscrpljenosti.

Prilikom odabira načina prijevoza preživjelih do medicinskih ustanova, potrebno je uzeti u obzir slijedeće čimbenike:

- stanje preživjelih,
- sposobnost medicinskih sredstava da dođu do preživjelih u što je moguće kraćem roku,
- medicinska izobrazba, kvalifikacije i operativna sposobnost osoblja,
- sposobnost medicinskih sredstava da prevoze preživjele bez dodatnog pogoršanja ozljeda ili dovođenje do novih komplikacija,
- poteškoće koje se mogu pojaviti na kopnu (osiguranje utočišta, hrane i vode, vremenski uvjeti, itd.),

- moguća dostupnost doktora među preživjelim,
- mogućnost ukrcaja u brodove koji se nalaze u neposrednoj blizini,
- načini održavanja komunikacije sa SMC.

Kada je potrebna medicinska pomoć ili savjet, sredstvo spašavanja treba SMC-u omogućiti osnovnu medicinsku procjenu. Ukoliko se razmatra medicinska evakuacija, prednosti se moraju odvagati u odnosu na opasnosti koje prijete prilikom takve operacije, u odnosu na osobu kojoj je potrebno pružiti pomoć te u odnosu na spasitelje koji sudjeluju u operaciji. RCC-ovi bi trebali izraditi rješenja koja će omogućiti kompetentne medicinske savjete 24-sata dnevno. Također, kad god je to moguće, koristit će medicinske savjete osoblja koje je upoznato za rizicima svojstvenim okruženju SRR-a i rizicima koji se javljaju prilikom medicinskih evakuacija. Takvo osoblje je poželjno uključiti u vježbe traganja i spašavanja.

Medicinske informacije koje sredstvo spašavanja daje SMC-u uključuju:

- naziv sredstva spašavanja i raspoloživa sredstva komunikacije,
- položaj sredstva spašavanja, destinaciju, procijenjeno vrijeme dolaska, kurs i brzinu,
- ime, spol i godine pacijenta,
- podatke o disanju, pulsu i temperaturi, tlaku,
- mjesto boli,
- prirodu bolesti ili ozljede, uključujući i vidljive uzroke,
- vrstu, vrijeme, oblik i iznos svih danih lijekova,
- vrijeme zadnje konzumacije hrane,
- sposobnost pacijenta da jede, pije, hoda,
- da li je prikladno mjesto slijetanja čisto i da li je slobodno za helikopterske operacije slijetanja i uzlijetanja,
- da li je prikladno mjesto na plaži na raspolaganju pomorskom plovilu.

Žrtve ronilačkih nezgoda trebaju posebnu pažnju. Osoblje uključeno u operacije potrage i spašavanja nužno treba prepoznati opće simptome prilikom ronilačkih nezgoda, biti svjesni njihove potencijalne ozbiljnosti i poduzimati osnovne korake kako bi se smanjilo pogoršanje zdravstvenog stanja. Ostali ronionici koji su se našli u blizini žrtve mogu biti odlični izvori informacija. RCC uređuje listu izvora koji mogu pružiti liječničke savjete prilikom takvih nezgoda kao i listu dostupnih rekompresijskih komora.

Ronioci sa dekompresijskom bolesti ili zračnom embolijom zahtijevaju hitno liječenje hiperbaričnom komorom. Ovakve ozljede pogoršavaju se reduciranjem atmosferskog tlaka. Prijevoz takvih pacijenata zrakoplovom zahtjeva da zrakoplov leti na što je moguće manjoj sigurnosnoj visini.

5. USPOREDNA ANALIZA PRIMJENE BESPILOTNIH LETJELICA U REPUBLICI HRVATSKOJ I DRUGIM ZEMLJAMA

5.1. Беспilotne letjelice koje se koriste u operacijama potrage i spašavanja

5.1.1. MQ – 9B Guardian

General Atomics MQ – 9B Guardian (slika 10) je pomorska varijanta vojne беспilotne letjelice MQ – 9 Reaper u službi američke obalne straže te carinske i granične policije. Guardian posjeduje poboljšana obilježja u pogledu avionike, strukturalnih elemenata i komunikacije u odnosu na osnovnu MQ – 9B konstrukciju беспilotne letjelice [7]. Raytheon SeaVue radarski sustav letjelice omogućuje inverzni sintetički otvor antene, otkrivanje malih pomorskih ciljeva na otvorenom moru te pruža superioran način rada tijekom izvođenja zadaća traganja na moru. Letjelica ima nadograđen MTS – B elektro-optički/infracrveni senzor s laserskim osvjetljivačem, automatskim identifikacijskim sustavom te sposobnost konstantnog praćenja mete tijekom 30-satnih operacija traganja. Također, ima ugrađen elektromagnetski sustav za odleđivanje napadne ivice krila i repa, sustav izbjegavanja sudara u zraku, laserski visinomjer i Jeppesen elektronički uređaj za planiranje misija i informacije o vremenu koje se nalaze na zemaljskoj kontrolnoj stanici.

Karakteristike: dužina 11 m, razmah krila 20 m, visina 3,8 m, nosivost 1.700 kg, TPE331 – 10 turboprop motor 900 KS sa digitalnim elektroničkim sustavom kontrole motora, istrajnost leta 30 sati, maksimalna brzina 482 km/h, dolet 1.852 km, plafon leta 15.240 m.

Sustav se sastoji od: 4 letjelice, zemaljske nadzorne postaje, komunikacijske opreme i linkova i opreme za održavanje. Posadu čine pilot, operator senzora i koordinator za raspored i prioritete misija. Cijena sustava se kreće oko 56,5 milijuna \$.

Zemlja korisnik u svrhe operacija potrage i spašavanja: SAD (U.S. Coast Guard).



Slika 7. Беспилотна летјелца General Atomics MQ - 9B Guardian, [7]

5.1.2. Heron

IAI Heron (slika 11) je MALE⁷⁴ беспилотна летјелца коју је развила Израелска индустрија за зракопловство Malat IAI, првенствено намијенјена за задатке стратешког извиђања и надзора. Напредни систем омогућаје аутоматско слијетање и полијетање, чак и у неповољним условима. Летећи на висини од 10.000 km даје слику у реалном времену. Летјелца је у почетку била ангажирана од стране Индијског ратног зракопловства за поморску патролу. Касније, Израелско и Турско ратно зракопловство купили су овај систем за сличне операције.

Karakteristike: дужина 8,5 m, размах крила 16,60 m, мотор Rotax 914 снаге 115 KS, максимална брзина 207 km/h, издржљивост 52 сата, носивост 250 kg, аутоматски систем слијетања и полијетања, оперативна висина око 10 000 km, Rotax 914 мотор са турбопунjačem [8].

Oprema: SAR radar, електро оптичка камера, IC камера, MPR radar.

Sustav se sastoji od: летјелце, земаљске надзорне постaje, SAR radar, терминал за пренос података. Цијена система је око 10 милијуна \$.

Земље корисници у сврхе операција потраге и спаšаванја: Израел, Индија, Канада.

⁷⁴ MALE – Medium Altitude Long Endurance – Средња висина/Дуга издржљивост.



Slika 8. Беспилотна летjelica Heron, [9]

5.1.3. Беспилотни автономни хеликоптер MQ – 8 Fire Scout

Fire Scout (slika 12) je беспилотни автономни хеликоптер којег је развила твртка Northrop Grumman. Дизајниран је за извиђање, операције потраге и спаšаванја, протуракетну борбу, потпору копненим, зрачним и поморским snagama. Поčetna verzija RQ – 8A базирана је на хеликоптеру Schweizer 330, док је verzija RQ – 8B изведена од Schweizer 333. Већа варијанта RQ – 8C је утемељена на хеликоптеру Bell – 407.

Karakteristike: masa 1.158 kg, istrajnost 6 sati, dužina 7 m, promjer rotora 8,4 m, plafon leta 6.096 m, radijus 280 km, turbomlazni motor.

Oprema: elektro optički IC senzori, senzori za osvjetljavanje ciljeva ili u svojstvu daljinomjera.

Sustav se sastoji od: 4 letjelice, zemaljske nadzorne postaje, 4 izmjenjiva namjenska tereta, 2 terminala daljinskog prijenosa podataka. Cijena letjelice iznosi 18,2 milijuna \$.

Zemlja korisnik u svrhe operacija потраге и спаšаванја: SAD (U.S. Coast Guard).



Slika 9. Беспилотни автономни вертолет MQ - 8C Fire Scout, [10]

5.1.4. RQ – 4 Global Hawk

Global Hawk (slika 13) trenutno je najveća i najskuplja беспилотна летјеліца. Прва је беспилотна летјеліца која је прелетјела Пацифик. По улози и дизајну летјеліца је слична извидачком зракоплову Lockheed U-2. Намијенјена је за извиђање и мотрење великих географских подручја. Омogućава широк приказ географског подручја и системни надзор користећи SAR радар и електро-оптичке/IC сензоре. Америчка морнарица је развила варијанту ове беспилотне летјеліце под називом MQ – 4C Triton за потребе надзора на мору.

Karakteristike: дужина 13,4 m, размах 35,4 m, маса 12 тона, истрајност преко 30 сати, оперативна висина 19.800 m, брзина 650 km/h, носивост 900 kg, долет 5.556 km.

Sustav se sastoji od tri segmenta:

- зрачни (летјеліца, сензори, уређаји за управљање, сателитско – комуникацијски линкови),
- земаљски (лansirno – прихватни елемент, земаљско – комуникацијски елемент),

- potpora.

Cijena sustava iznosi 10 milijardi \$.

Zemlja korisnik u svrhe operacija potrage i spašavanja: SAD.



Slika 10. Bepilotna letjelica RQ - 4 Global Hawk, [11]

5.1.5. Multirotor AlturaZenith ATX8

AlturaZenith ATX8 (slika 14) najnovija je verzija multirotora nizozemske tvrtke Aerialtronics koja se između ostalog bavi izradom sustava bespilotnih letjelica visoke kvalitete [12]. Ova revolucionarna bespilotna letjelica izrađena je 3D printanjem, od kompozitnog materijala ugljika i ima jedinstveno ravan, kompaktan dizajn što ju čini iznimno aerodinamičnom i laganom. Upravljanje se vrši preko *tableta* ili *joysticka*. Može letjeti uz vjetar do brzine od 14 m/s i u gotovo svim vremenskim uvjetima što ju čini savršenom za primjenu prilikom operacija traganja i spašavanja nestalih osoba u gorju i planinama poglavito za vrijeme snježnih oluja. Od opreme sadrži GPS, GIS mapiranje, automatsko zaključavanje, automatsko uzlijetanje i slijetanje, ATX8 dnevna/noćna kamera, potpuno HD 1080i H.264 kodiranu video vezu s dosegom od 2.000 m, sustav hitnog slijetanja, mogućnost leta sa tri isključena motora [13]. Cijena iznosi oko 40.000 \$.

Karakteristike: nosivost 3 kg, maksimalna brzina krstarenja 20 m/s, dužina 600x600 mm, težina 3 kg, trajanje baterije 20.000 mAh.

Zemlje korisnici u svrhe operacija potrage i spašavanja: Norveška, Nizozemska.



Slika 11. Multirotor AlturaZenith ATX8, [14]

5.2. Primjena bespilotnih letjelica u zemljama EU

Bespilotne letjelice u uporabi su još od 1960. godine. Međutim, sredinom 80-tih godina prošlog stoljeća nekoliko velikih tehnoloških inovacija učinile su bespilotne letjelice znatno učinkovitijima. Kao rezultat toga broj bespilotnih letjelica strahovito se povećao. Nekoliko zemalja EU koriste bespilotne letjelice desetljećima, iako je njihova uporaba u borbenim akcijama ograničena. Nabavka sustava bespilotnih letjelica uglavnom se temelji na nacionalnim odlukama i često nije koordinirana na razini EU. EU nije jako angažirana kada su u pitanju mikro bespilotne letjelice i velike bespilotne letjelice ultra dugog doleta. Zemlje članice EU su neuspješne u izvozu bespilotnih letjelica zemljama koje nisu članice EU. Većina bespilotnih letjelica su američke ili izraelske proizvodnje. Velik dio potražnje u EU je upravo za američkim sustavima bespilotnih letjelica ili hibridnim sustavima izraelske proizvodnje. Karakteristika američkih sustava bespilotnih letjelica ogleda se u tome što njihove sustave proizvode domaći proizvođači, dok u slučaju izraelskih sustava bespilotnih letjelica, letjelica je licencirano proizvedena od strane izraelskih proizvođača, ali je

opremljena sa europskim sensorima. Budući da su sustavi bespilotnih letjelica uglavnom jednostavni sustavi i trebaju ograničena ulaganja, postoji mogućnost većeg širenja tržišta EU. Suradnja između zemalja EU čini se realnom i neizbježnom.

Europa u cjelini zauzima samo 4% svjetskog tržišta. Prognoze potencijalnih prodaja bespilotnih letjelica ukazuju na tržište vrijedno više od 38 bilijuna dolara slijedećih deset godina. To uključuje približno oko 20 bilijuna dolara na istraživanja [15]. EU tvrtke su sada u lovu na sklapanje poslova, pri čemu se u obzir mora uzeti činjenica da su na europsko tržište već dobro ušli američki i izraelski proizvodi. S obzirom na neke određene najavljene projekte te stjecanje ključnih tehnologija, može se zaključiti da se razvoj bespilotnih letjelica u EU čini razborit, ali kopiranje tuđih projekata i rasipanje napora ostaje značajan problem.

5.2.1. Akvizicije i zahtjevi

Većina zemalja članica EU su stekle ili će steći sustave bespilotnih letjelica. Međutim, naponi EU su mali u usporedbi s američkim akvizicijama. Primjera radi, u tri godine (2004., 2005. i 2006.) SAD su kupile 295 bespilotnih letjelica, dok su u istom razdoblju članice EU kupile manje od 100. U razdoblju od 2010. do 2016. godine tržište sustava bespilotnih letjelica pokazalo je pozitivan rast. Najveći rast pokazao je SAD sa 1.500 bespilotnih letjelica u 2010. godini, dok su prognoze za 2016. godinu oko 1.800 bespilotnih letjelica. Prognoze za Europu ukazuju na rast od oko 500 letjelica u 2016. godini [16]. Najviše zahtjeva je za taktičke, MALE i HALE bespilotne letjelice dok je manji interes za mini i mikro bespilotnim letjelicama. Jaka pozicija izraelskih tvrtki u razvoju bespilotnih letjelica je očita. Izraelske bespilotne letjelice naručene od strane zemalja članica EU, često su „prikrivene“ kao europski proizvodi. Naime, sustavima se daju različite skrivene oznake kako bi se „sakrilo“ njihovo podrijetlo. Primjerice, Belgija je 1998. godine naručila tri B – Hunter sustava sa 18 bespilotnih letjelica. Letjelice su proizvedene od strane konzorcija naziva Eagle, a čine ga tvrtke Sonaca (Belgija) sa udjelom od 50%, Thales (Belgija) sa udjelom od 25% i IAI (Izrael) sa udjelom od 25%. Zanimljivo je napomenuti da su se još samo dva sustava bespilotnih letjelica natjecala za narudžbe: francuski Sperwer i švicarski Ranger. Potonji je ustvari još jedna izraelska bespilotna letjelica proizvedena od strane europske tvrtke. Snažne pozicije dvaju glavnih izraelskih proizvođača bespilotnih letjelica, IAI i Elbit, odražavaju se u činjenici da je Velika Britanija odabrala Elbit Hemres 450 bespilotnu letjelicu za svoj Watchkeeper program i preimenovala ju u Hermes WK 450 te da je Francuska kupila bespilotnu letjelicu Heron od tvrtke IAI kao „privremeno“ rješenje za svoj MALE program i

preimenovala ju u Eagle. Prema podacima objavljenim u časopisu „*Defense Update*“ Francuska bi trebala zamijeniti bespilotnu letjelicu Eagle bespilotnom letjelicom MQ – 9 Reaper.

Američki proizvođački bespilotnih letjelica glavni su dobavljači zemljama članicama EU, prvenstveno ih opskrbljujući letjelicama tipa MQ – 1 Predator i RQ – 4 Global Hawk koje trenutno imaju status najboljih bespilotnih letjelica na globalnom tržištu. Navedeno ukazuje na potrebu razvoja spomenutih tipova letjelica i sličnih sustava u zemljama članicama EU.

Tipični primjeri su Poljska i Austrija. WB Electronics, Military University of Technology i druge agencije počele su razvijati niz različitih sustava bespilotnih letjelica, elektro-optičkih radara i radara sa sintetičkim otvorom. Mala tvrtka u Austriji, Schiebel, možda je najuspješniji izvoznik bespilotnih letjelica današnjice. Godine 2006. tvrtka Siebel prodala je oko 80 letjelica tipa Camcopter S – 100 Ujedinjenim Arapskim Emiratima.

Međutim, zanimljivo je što je većina europskih vlada spremna čekati sa ulaganjem u razvoj bespilotnih letjelica, pogotovo zato što njihove vojske i dalje preferiraju kupnju američkih bespilotnih letjelica, osobito u Francuskoj i Njemačkoj gdje se silovito lobiralo za kupnju bespilotnih letjelica MQ – 1 Predator i MQ – 9 Reaper. Realnost je da europske vlade nisu definirale nacionalne vojne zahtjeve za takve sustave, a kamo li započele njihovo dizajniranje. Unatoč činjenici da su tvrtke BAE Systems i Deasult Aviation ponudile da se pokrene program za MALE bespilotnu letjelicu koja bi mogla biti spremna do 2020. godine, britanska i francuska vlada nisu podržale program. Nadalje, talijanska vlada ističe kako „SAD čine sve što je u njihovoj moći da spriječe Europu od razvoja vlastitih velikih sustava bespilotnih letjelica, te da Europske vlade jednostavno odbijaju da to vide“.

Airbus grupa, najveća europska zrakoplovna korporacija, je otkazivanjem EuroHawk programa omogućila uštedu Njemačkoj od oko 600 milijuna dolara namijenjenih za kupnju četiri letjelice. Njemačka je već razvila senzore i zemaljske nadzorne postaje, samo treba odabrati konstrukciju letjelice, koju Airbus grupa već posjeduje kako bi se projekt mogao izvršiti po što je moguće nižoj cijeni.

Mnogi stručnjaci smatraju ironičnim da, nakon što su završile sve pregovore i potpisale bilateralne i trilateralne sporazume o zajedničkoj suradnji o razvoju sustava bespilotnih letjelica istovremeno izbjegavajući obvezu davanja naknada, europske vlade nisu napredovale u odnosu na 2011. godinu, dapače i dalje su ostale nekoordinirane.

5.2.2. Istraživanje i razvoj

Istraživanja i razvoji usmjereni su na srednje i velike bespilotne letjelice i njihove senzore te na borbene bespilotne letjelice. Velik dio istraživanja i razvoja sustava bespilotnih letjelica financira privatni sektor. Programi su uglavnom usmjereni na proizvodnju operativnih sustava. Složeniji i skuplji programi su više ovisni o financiranju od strane vlada. Velik dio današnjih programa usmjereni su na testiranja, umjesto na proizvodnju operativnih sustava bespilotnih letjelica.

U mnogim zemljama članicama EU vrše se i istraživanja o taktičkim mini, mikro i super mikro bespilotnim letjelicama, koja vrše istraživačke organizacije koje su u vlasništvu vlada, ali i privatne agencije. Međutim, suradnja između različitih kompanija ili između zemalja EU nije na zadovoljavajućoj razini. To potvrđuje zajednički sporazum iz 1980. godine između Francuske i Njemačke o razvoju manje taktičke bespilotne letjelice Brevel. Suradnja između ove dvije zemlje je propala kada se Francuska povukla iz projekta tvrdeći da sustav nije koristan, dok su Nijemci otišli korak dalje i nakon 25 godina uveli vlastitu bespilotnu letjelicu Brevel. Nekoliko MALE sustava bespilotnih letjelica razvile su europske tvrtke. Tvrtka BAE je razvila Herti – 1A MALE bespilotnu letjelicu dok su Desault, Alenia, Saab te još nekolicina drugih tvrtki razvile bespilotnu letjelicu nEUROn. Također, i drugi europski partneri planiraju zajednički razvoj, ali se očekuje da u financiranju sudjeluju nacionalne vlade. Ostali programi temelje se na izraelskoj i američkoj tehnologiji kao primjerice francuski Eagle i britanska bespilotna letjelica WK 450. Od najvećih postignuća u razvoju MALE bespilotnih letjelica ističe se bespilotna letjelica Talarion koju je razvila Airbus grupa te koja bi trebala ući u operativnu uporabu 2016. godine [15].

5.2.3. DARIUS projekt

Broj prirodnih katastrofa i katastrofa nastalih ljudskim djelovanjem u svijetu raste svake godine. Sve veća koncentracija stanovništva u gradovima i u blizini mora pojačava učinke tih nesreća, dok istovremeno komplicira odaziv odnosno brzinu reakcije na nesreću, osobito za operacije potrage i spašavanja. Nužno je naći odgovarajuća tehnička rješenja poradi većeg i boljeg odaziva uz istovremeno povećanje razine zaštite. Ovi prioriteti su ciljevi velikog broja projekata za istraživanje i razvoj prethodnih godina.

Bespilotni sustavi kroz brojne programe danas su postigli prihvatljivu razinu razvijenosti. Ideja je omogućiti njihovu primjenu u operacijama velikih nesreća i katastrofa, a posebice njihova implementacija u operacijama potrage i spašavanja. Jedan od takvih projekata je DARIUS projekt čiji je cilj osigurati bespilotne sustave za potrebe operacija potrage i spašavanja, kroz poboljšanje performansi i međusobne suradnje na proceduralnim i tehničkim razinama. U suštini koncept je jednostavan, ali implementacija nije jednostavna. Napredak u ovoj domeni je spor zbog tri esencijalna razloga: proceduralni problemi, financijski problemi i ponuda tržišta. Sustavi bespilotnih letjelica su preskupi i teško se integriraju u zračni prostor, osim malih i jeftinijih sustava koje su uglavnom razvila manja i srednja poduzeća sa vrlo velikim spektrom različitih pristupa.

Svrha projekta je integracija sustava na istoj razini na kojoj su i ostale dostupne snage i sredstva, jednostavna preraspodjela i prijenos odgovornosti između različitih jedinica koje sudjeluju na terenu i brz prijenos informacija [17]. Dijeljenje sustava između nekoliko različitih agencija i ljudi vodi do razvoja „opće zemaljske postaje“ (GGS⁷⁵) koja treba omogućiti prikupljanje i iskorištavanje informacija iz različitih bespilotnih sustava putem zajedničkog sučelja.

Pored navedenih ciljeva, DARIUS projekt razvija i nudi rješenja za prilagodbu bespilotnih sustava za potrebe operacija potrage i spašavanja.

5.2.4. Standardi, regulative i procedure

Europa predstavlja jedan od najrazvijenijih kontinenata po pitanju zračnog prometa. Trend se nastavlja unatoč klimatskim promjenama koje značajno utječu na zrakoplovnu industriju. Kada se govori o integraciji sustava bespilotnih letjelica u kontroliranom zračnom prostoru, sigurnost je jedan od najvažnijih čimbenika. Glavni prioritet za europske sustave bespilotnih letjelica ogleda se u jednakoj razini sigurnosti, kao i za komercijalne zrakoplove. To predstavlja glavnu vodilju za kontinuirani razvoj standarda o plovidbenosti i ATM⁷⁶ procedura, uz njihovu prateću tehnologiju.

Pouzdanost i sigurnost su pojmovi koji su neraskidivo vezani te zajedno čine ključan segment o kojemu ovisi budućnost operacija civilnih bespilotnih letjelica. Bez njih rutinski let za bespilotnu letjelicu u kontroliranom zračnom prostoru neće biti moguć. U onim državama

⁷⁵ GGS – Generic Ground Station – Opća zemaljska postaja.

⁷⁶ ATM – Air Traffic Management – Upravljanje zračnim prometom.

koje ovo područje imaju zakonski regulirano, za sve bespilotne letjelice osim najmanjih, potrebno je izdavanje dozvole za letenje. Također, za let je potrebno dobiti slot.

Eurocontrol je odgovoran za sva pitanja vezana uz ATM. Sa 38 članova, njegova vlast se proteže i izvan granica EU. EASA i EUROCAE odgovorni su za provedbu standarda za dobivanje certifikata o plovidbenosti.

Radna skupina WG 73 odgovorna je za regulatorni okvir sustava bespilotnih letjelica. Ova grupa stručnjaka se posebno bavi rješavanjem problema uvođenja sustava bespilotnih letjelica u kontrolirani zračni prostor [18]. Namjena je izrada preporuka MASPS⁷⁷ i MOPS⁷⁸ koje pokrivaju ATM, uključenost vojske, navigaciju, sigurnost, komunikacijske standarde kao i pitanja vezana za razvoj i istraživanja. MOPS preporuke moraju biti međunarodno propisane i stoga su u određenoj mjeri donesene konsenzusom. Radna skupina WG 73 ima četiri podgrupe, od kojih se svaka posebno bavi standardima vezanim za sustave bespilotnih letjelica. Iako se EASA službeno bavi samo bespilotnim letjelicama čija masa prelazi 150 kg (letjelice manje od 150 kg odgovornost su nacionalnih agencija za civilno zrakoplovstvo – CAA), grupa stručnjaka radne grupe WG 73 dodali su podgrupu koja se bavi manjim sustavima bespilotnih letjelica. Osim predstavnika Eurocontrola i EASA-e, vodstvo grupe uključuje i članove iz Sjeverne Amerike: FAA i RTCA specijalni odbor za sustave bespilotnih letjelica i ICAO UASSG⁷⁹. Radna skupina ima oko 130 stručnjaka iz različitih područja djelatnosti. Očekuje se da standardi, pravila i propisi vezani za operacije bespilotnih letjelica u kontroliranom zračnom prostoru u potpunosti stupe na snagu tijekom 2015. godine, dok se integracija sustava bespilotnih letjelica kao dio SESAR⁸⁰-a ne očekuje prije 2020. godine [18].

Na tehnološkom području postoji politička i tehnička dimenzija. Uz tehničke probleme koji su prisutni prilikom proizvodnje „Sense and Avoid“⁸¹ sustava do prihvatljivih standarda, postoji i dodatni izazov stjecanja odgovarajuće i sigurne širine radiofrekvencijskog pojasa. To se odnosi na dobivanje frekvencije i za upravljanje i komunikaciju sa bespilotnom letjelicom. Za veće sustave koji operiraju u kontroliranom zračnom prostoru potrebne su dvije zasebne

⁷⁷ MASPS – Minimum Aviation System Performance Specification – definira karakteristike sustava namijenjenih za operativnu uporabu u određenom zračnom prostoru.

⁷⁸ MOPS – Minimum Operational Performance Standards – Minimalni standardi za specifične komponente neophodne za uspješno funkcioniranje sustava.

⁷⁹ ICAO UASSG – International Civil Aviation Organisation Unmanned Aircraft Systems Study Group – Radna grupa ICAO-a za sustave bespilotnih letjelica.

⁸⁰ SESAR – Single European Sky ATM Research Programme – Modernizacijski program ATM-a u sklopu SES inicijative.

⁸¹ Sense and Avoid system – sustav koji ima mogućnost automatskog otkrivanja drugog zrakoplova koji se nalazi u blizini i koji može predstavljati opasnost te ukoliko je potrebno izvršiti manevar kako bi se izbjegao sudar.

frekvencije: jedna za pilota i druga za kontrolu zračnog prometa. Osim ovih osnovnih frekvencija potrebne su i one za korištenje tereta i senzore. Kako bi se osigurao siguran rad, alocirane frekvencije ne samo da moraju nositi zahtijevanu propusnost, već moraju biti i osigurane. Zbog mogućnosti tehničkog kvara zahtijeva se također i „*failsafe*“ sustav (npr. automatski povratak u bazu). Komunikacijske veze moraju biti na odgovarajući način zaštićene zbog potencijalnih prijetnji krađa bespilotne letjelice ili zbog mogućnosti „*hackiranja*“.

U međuvremenu, pozornost predstavlja stjecanje održivog „*Sense and Avoid*“ (S&A) sustava. Međutim, pojedine organizacije tvrde da ovaj sustav ne predstavlja ozbiljan izazov. Tehnologija već postoji, ali činjenica je da prototip, a kamoli gotov proizvod, tek treba razvijati. Problem nije tehnologija već integracija sustava, budući da je potrebna minijaturizacija sustava za bespilotnu letjelicu. Značajan udio rada posvećen je području u kojem snažna konkurencija između europskih (i svjetskih) natjecatelja može biti samo od koristi. S obzirom na poteškoće dobivanja dozvole za testiranje probnog leta u stvarnim uvjetima zračnog prostora, sposobnost za takvo nešto da se učini u umjetno stvorenom okruženju je od neprocjenjivog značaja. Stoga, simulacija igra ključnu ulogu u razvoju sustava kao i postavljanju regulatornog okvira unutar kojeg sustavi trebaju biti projektirani da bi funkcionirali.

Zaključno, najmanje 16 od 27 zemalja EU već posjeduje sustave bespilotnih letjelica u vojne (borbene i izviđačke) svrhe i ne vojne (nadzorne) svrhe. Pretpostavlja se da se dizajn, razvoj i proizvodnja više od 400 različitih sustava bespilotnih letjelica proširila na 21 zemlju članicu EU. Iako je u tijeku nekoliko važnih programa sustava bespilotnih letjelica, fragmentacija i različiti nacionalni interesi dovode u opasnost EU da postane ovisna o američkim i izraelskim sustavima bespilotnih letjelica.

Najveći trud ulaže se u razvoj srednjih i velikih sustava bespilotnih letjelica. Kao najveći pandan američkoj bespilotnoj letjelici Global Hawk ističe se MALE bespilotna letjelica Talarion koju je razvila grupa Airbus grupa, dok borbena bespilotna letjelica nEUROn predstavlja najveći pandan američkoj bespilotnoj letjelici X – 47. Međutim, potrebno je naglasiti kako je velik dio današnjih programa usmjeren na testiranja, umjesto na proizvodnju operativnih sustava bespilotnih letjelica. Američki proizvođači bespilotnih letjelica glavni su dobavljači zemljama članicama EU, prvenstveno ih opskrbljujući letjelicama tipa MQ – 1 Predator i RQ – 4 Global Hawk. Navedeno ukazuje na potrebu većeg razvoja spomenutih tipova letjelica i sličnih sustava u zemljama članicama EU. Kao primjer

ističe se bespilotna letjelica EuroHawk, varijanta američke bespilotne letjelice Global Hawk, koja je službeno uvedena u uporabu 2009. godine, a prvi let je imala 2010. godine. Međutim, njemačko Ministarstvo obrane suočilo se s poteškoćama dobivanja ICAO certifikata za plovidbenost (CofA) unutar kontroliranog europskog zračnog prostora budući da bespilotna letjelica nije bila opremljena sustavom protiv sudara u zraku. Pored navedenog otkriveni su i problemi sa sustavom za kontrolu leta. S obzirom na troškove dobivanja certifikata program je prekinut 2013. godine. Europska komisija je, međutim, poduzela dinamičnije korake u integraciji sustava bespilotnih letjelica u kontrolirani zračni prostor i promicanju novih poslovnih mogućnosti. Plan sustava bespilotnih letjelica objavljen 2013. godine navodi pristup integraciji sustava bespilotnih letjelica u civilni zračni prostor. Iako je fokus stavljen na bespilotne letjelice koje teže manje od 150 kg, također dati su i prijedlozi za rješavanje problema sličnim onima s kakvima se suočilo njemačko Ministarstvo obrane vezanim za EuroHawk. S druge strane, američka bespilotna letjelica MQ – 9 Reaper ove godine je uspješno položila sve testove sa „Sense and Avoid“ radarom u cilju sigurnog odvijanja operacija u američkom i međunarodnom zračnom prostoru. Ideja je bila testirati sposobnosti i mogućnosti bespilotne letjelice da otkrije druge zrakoplove koristeći radar zrak-zrak koji je prvi puta montiran na jednu bespilotnu letjelicu. Radar je opremljen sa sustavom za automatsko izbjegavanje sudara i sensorima koji su osmišljeni kako bi se operatorima poboljšala situacijska svijest. Međutim, mnogi stručnjaci su se složili kako jedan takav radar neće biti operativno uveden prije 2020. godine iako pojedine organizacije tvrde kako problem nije tehnologija već integracija sustava [19].

5.3. Primjena bespilotnih letjelica u SAD-u

Uporaba bespilotnih letjelica u početku se uglavnom svodila u vojne svrhe. Iako lakši od zraka baloni ne mogu konkurirati bespilotnim letjelicama koje se danas koriste, premda je njihova uloga u misijama 1917. i 1918. godine bila identična onim danas u Iraku i Afganistanu. I jedni i drugi osiguravaju podatke o neprijateljskim položajima, prilagođavanje za neizravnu vatru, procjena štete i slično. Rane 1920. godine, pobornici zrakoplovstva su osporavali njihovu ulogu u ratu. S vremenom, započela je i njihova primjena kao taktička potpora u „bliskoj borbi“.

S vremenom, američka kopnena vojska a kasnije i zrakoplovstvo, započeli su razvijati vlastite zrakoplove za izviđanje, što dovodi do stvaranja izvornog zrakoplova koji je pod

nadzorom zapovjedništva na zemlji. Ovakve izvorne, zračne izviđačke mogućnosti nastavile su se razvijati sve do 1980. godine. Tijekom 50-ih i 60-ih godina prošlog stoljeća pojavljuju se mnoge jednostavnije inačice današnjih sustava bespilotnih letjelica. Mornarica je započela eksperimentirati s naoružanim bespilotnim helikopterima, dok je vojska izvršila razmještaj sustava bespilotnih letjelica na istočnoj Europi slične veličine i misije kakvu koristi Shadow sustav danas. Tijekom rata u Vijetnamu zrakoplovstvo je koristilo bespilotne letjelice za prikupljanje signala podataka, elektroničko ratovanje i foto odnosno video izviđanje. Pored navedenog, koristile su se i u borbenim akcijama traganja i spašavanja vojnika. Važno je naglasiti da je osim u vojne svrhe, primjena bespilotnih letjelica danas puno šira.

5.3.1. Bespilotne letjelice u sastavu obalne straže (U.S. Coast Guard)

Bespilotne letjelice, opremljene sa kamerama visoke razlučivosti, infracrvenim i drugim senzorima, mogu pokriti veliki dio oceana, leteći na maloj nadmorskoj visini u vjetrovitim uvjetima preko 20 sati bez punjenja. Ukoliko se primjenjuju u operacijama potrage za pomorcima u nevolji, označuju mjesto gdje se pomorci nalaze i odmah prenose sliku i podatke u realnom vremenu. Na taj način se drugim brodovima obalne straže, zrakoplovima i helikopterima omogućuje dolazak spasioca i isporuka opreme za spašavanje te se može izvršiti brza procjena i ozbiljnost situacije na terenu, tj. moru.

Sustavi bespilotnih letjelica ranije generacije, opremljeni laganim kamerama, već su se koristili u raznim operacijama traganja u dubokim šumovitim predjelima. Takvi sustavi mogu se i danas koristiti za prikupljanje meteoroloških podataka, praćenje ilegalnih stranaca, u protupožarnoj operativi, itd.

Kako tehnologija napreduje, tako se povećava i vjerojatnost da će bespilotne letjelice dokazati svoju ulogu i u lociranju potonulih brodova. Također, bespilotne letjelice potencijalno štede vrijeme američkoj obalnoj straži, skupocjeno gorivo za zrakoplove kao i gubitak posada.

Obalna straža, dio Ministarstva domovinske sigurnosti, razmatra kupnju relativno velikih i skupih bespilotnih letjelica sličnih Predatoru koji ima razmah krila od 15 metara i cijenu od 4 miliona dolara. Za nadzor i zračne napade u Pakistanu, Jemenu i Somaliji CIA-e je koristila Predator i njegove derivate kao i Raper.

Uprava za nabavu Obalne straže ističe kako „bespilotne letjelice imaju potencijal da posluže kao isplativi multi – misijski nadzorni sustavi u pomorskom okruženju.“

U međuvremenu Obalna straža je slijedila američku mornaricu u pogledu nabave sustava bespilotnih letjelica. Godine 2009., Obalna straža je započela provođenje zajedničkih pomorskih operacija sa američkom carinom za zaštitu granica, primarno koristeći bespilotnu letjelicu MQ – 9B Guardian. Budući da ova bespilotna letjelica zahtijeva konvencionalnu USS-u možda to nije najbolja solucija za Obalnu stražu [20].

Bespilotne letjelice mogu biti *moćno oružje* obalne straže za operacije traganja i spašavanja zato što imaju određene prednosti u odnosu na sredstva sa ljudskom posadom. Primjerice, pilot ne može ostati 24 sata u zraku, bespilotne letjelice mogu preuzeti veliki dio *zamornog* posla pronalaženja nestalih osoba, omogućujući posadama helikoptera da ostanu odmorni i svježiji kako bi se mogli usredotočiti na obavljanje težih manevara.

Svaka bespilotna letjelica ima svoje prednosti, ali i nedostatke. Manje bespilotne letjelice kao što je ScanEagle su prelagane za nošenje primjerice čamca za spašavanje, dok bespilotna letjelica Integrator ima tu mogućnost. Prednosti ScanEagle-a su da može ostati u zraku duže od 24 sata za što potroši nešto manje od dvije litre goriva i ima relativno male troškove održavanja [20]. Usporedno, helikopter potroši značajno više samo za pokretanje svojih motora. Negativne strane ScanEagle-a su da ne može letjeti u svim vremenskim uvjetima, niti je u mogućnosti nositi dovoljno veliku antenu za dobivanje odgovarajućeg radarskog signala nad širokim područjem nadzora (premda su u fazi testiranja nove tehnologije koje će zamijeniti radare).

Obalna straža demonstrirala je koliko ScanEagle može biti koristan kao bespilotna letjelica koja uzlijeće sa brzih motornih čamaca. Demonstracije su dokazale da se može uspješno suprotstaviti udaljenijim neprijateljskim prijetnjama pružajući, na zahtjev, taktičko nadgledanje i otkrivanje. Letjelica se također koristila za praćenje kitova za vrijeme seobe, prilikom operacija potrage i spašavanja za vrijeme poplava u Sjevernoj Dakoti itd.

Trošak nabave sustava

Dok ScanEagle kao sustav od četiri letjelice košta oko 3 milijuna dolara, cijena Northrop Grumman Global Hawk-a sa rasponom krila od 40 metara i naprednim sensorima je oko 35 milijuna dolara po letjelici. Tvrtke poput AeroInviroment (AV) u Južnoj Kaliforniji izrađuju manje i daleko jeftinije bespilotne letjelice kao što su Puma, Raven, Wasp, čija se masa kreće od 2 do 6 kg. Tvrtka može dnevno proizvesti i do 100 bespilotnih letjelica i prodavati ih za par stotina tisuća dolara po komadu.

Global Observer, bespilotna letjelica trenutno u eksperimentalnoj fazi, ima i mogućnost primjene u pomorstvu jer može pokriti prostranstvo i do 600 km u promjeru. Poznata kao HALE bespilotna letjelica, može letjeti i po sedam dana te može ponijeti teret i do 180 kg. Dugačka je 22 m, sa razmahom od 53 m, ima sposobnost letjeti i preko 18 km iznad Zemlje, međutim, zahtijeva konvencionalnu USS-u [20].

Većina bespilotnih letjelica tvrtke AeroInviroment (AV) dizajnirane su za lansiranje rukom (npr. Puma i Wasp) tako da mogu biti lansirane i sa brodova. Ove bespilotne letjelice mogu se koristiti i do 65 km od obale, stanu u ruksak i zahtijevaju manje od 5 minuta za osposobljavanje za let. Ukoliko je brod u nevolji, obalna straža može poslati jednu od ovih letjelica i vrlo brzo dobiti informacije o tome što se događa na brodu, da li je itko ozlijeđen, informacije o postojanju požara, itd. Na brodu sa kojeg se letjelica lansira postoji kamera s trenutnim prikazom i IC kamera, tako da po danu ili noći daje bežičnu sliku operatoru obalne straže. Nadalje, manji sustavi kao Raven ne zahtijevaju infrastrukturu, čak ni katapult, budući da je čovjek taj koji lansira letjelicu. Cijena ovakvog sustava s rezervnim dijelovima iznosi od 100.000 do 200.000 dolara. Sa ovom razinom već postojeće tehnologije, samo je pitanje vremena kada će obalna straža uvesti neke nove sustave u svoje operacije potrage i spašavanja.

Prikaz vodećih kompanija na tržištu sustava bespilotnih letjelica

Jedna od najuspješnijih tvrtki u industriji bespilotnih letjelica zasigurno je General Atomics Aeronautical Systems (GAAS), tvorca bespilotne letjelice MQ – 1 Predator. Tvrtka većinu dijelova za vlastite bespilotne letjelice izrađuje od kompozitnog materijala, što joj omogućava brži odgovor na nove zahtjeve kupaca.

General Atomics osvojio je gotovo 81% tržišta MALE sustava bespilotnih letjelica te gotovo 33% ostalog tržišta sustava bespilotnih letjelica. S druge strane, izraelska industrija sustava bespilotnih letjelica uspješno je ušla na svjetsko tržište. Zahvaljujući vlastitim kompanijama kao što je IAI Malat i Elbit, Izrael nudi licence za inozemne razvoje sustava ili izravno prodaje značajan broj sustava bespilotnih letjelica širokom rasponu kupaca [21].

Iako izraelske tvrtke razvijaju nove sustave tržište postaje sve jače. Ne samo da se moraju natjecati s američkim i europskim kompanijama, nego i međusobno, a to se odražava u cijeni koju nude potencijalnim kupcima.

Northrop Grumman, čiji je Global Hawk jedna od najvećih i najkompleksnijih bespilotnih letjelica, stekao je puno mogućnosti za razvoj sustava bespilotnih letjelica

kupovinom Ryan Aeronautics-a. Ryan je razvio čitav niz bespilotnih letjelica uz značajan financijski input od Northrop Grumman-a što je dovelo upravo do razvoja bespilotne letjelice Global Hawk.

Boeing je također stekao dugoročnog partnera, a to je Insitu Group koja sada djeluje kao podružnica Boeinga.

BAE Systems je razvila vlastitu nadležnost u području sustava bespilotnih letjelica kroz niz kompanijskih i industrijskih tehnoloških demonstratora. Također je stekla puno mogućnosti kupovinom Advanced Ceramic Research, proizvođača taktičkih sustava bespilotnih letjelica, te je stvorila Global UAS Strategy Team kako bi koordinirala poslovanje sustavima bespilotnih letjelica širom svijeta, a usmjerena je na razvoj autonomnih sustava bespilotnih letjelica.

Ostali glavni europski centri krenuli su u razvoj sustava bespilotnih letjelica bilo na nacionalnoj razini ili u suradnji sa susjedima. Dassault, u partnerstvu sa SAAB, HAI, EADS (Spain), Alenia-Aeronautica i RUAG je vodeći sa 500 milijuna \$ vrijednim projektom nEUROn.

Vrlo važno je uzeti i u obzir čimbenik troška nabave sustava. Američki napredni sustavi kao npr. Global Hawk i Fire Scout iznimno su skupi za većinu zemalja. Tvrtka kao što je AeroInviroment izrađuje daleko jeftinije bespilotne letjelice tipa Raven i Puma, te tvrtka Insitu Group koja je razvila LALE bespilotnu letjelicu ScanEagle. Zbog povoljne cijene i vrlo dobrih osobina sve više raste interes za civilnu uporabu. Nadalje, i Europa ima tvrtku koja izrađuje jeftinije sustave, a to je austrijska tvrtka Schiebel koja je razvila izvidničku bespilotnu letjelicu Camcopter S – 100, za razliku od tvrtke Elbit koja isključivo razvija letjelice s fiksnim krilima. Smatra se da je tvrtka Schiebel najuspješniji izvoznik bespilotnih letjelica današnjice u Europi koja je raznim kupcima prodala preko 200 letjelica.

5.3.2. Primjena bespilotnih letjelica dugog doleta u operacijama potrage i spašavanja

Uloga bespilotne letjelice u operacijama potrage i spašavanja dugog doleta mogla bi se točnije definirati kao traganje i lociranje s obzirom da gotovo svi današnji sustavi bespilotnih letjelica nisu u mogućnost vršiti spašavanje već mogu samo obavljati ulogu traganja. Iznimka je jedino VTOL bespilotna letjelica AirMule koja po svom dizajnu i tehničkim karakteristikama udovoljava zahtjevima medicinske evakuacije [22]. AirMule je inovativna bespilotna letjelica zbog svojih unutarnjih rotora i značajne korisne nosivosti koja omogućuje

evakuaciju dvoje unesrećenih. Prava uloga bespilotne letjelice u takvim operacijama bi se mogla opisati točnije kao traganje i lociranje. Osim ako, naravno, jednog dana se dizajnira bespilotna letjelica – amfibija koja također može „pokupiti“ unesrećene.

U operacijama potrage i spašavanja kraćeg do srednjeg doleta, bespilotne letjelice učinkovito zamjenjuju helikoptere i njihovu posadu, koji 99% vremena u svojim operacijama provode u pretraživanju područja i 1% u spašavanju. Uvođenjem bespilotnih letjelica piloti i posada ostaju potpuno „svježi“ za izvođenje operacija spašavanja.

Dalekometne operacije traganja i spašavanja se trenutno izvode zrakoplovima s fiksnim krilima i uz pomoć satelita. Primjenom bespilotnih letjelica u takvim operacijama vrijeme leta se eksponencijalno povećava, dok se značajno poboljšava potrošnja goriva posebice primjenom sustava bespilotnih letjelica s pogonom na vodikove gorive ćelije [23]. Slijedom navedenog bespilotna letjelica postaje još „privlačnija“ kao sredstvo u operacijama potrage i spašavanja. Istovremeni angažman nekoliko bespilotnih letjelica može skenirati enormno velik prostor mora za nestalim zrakoplovom ili plovilom. Nadalje, ukoliko je više sustava programirano i raspoređeno istovremeno u različite formacije također potencijalno mogu uštedjeti dragocjeno vrijeme pretrage, skupocjeno gorivo helikoptera i zrakoplova sa posadom.

Nova „*morphing*“ tehnologija u nastajanju također će omogućiti bespilotnim letjelicama da lete u svim vremenskim uvjetima uz dramatično mijenjanje njihovog oblika krila tijekom leta što im omogućuje nadzor tijekom leta bez primjene uobičajenih kontrolnih površina. Dakle, prednosti ove tehnologije su mogućnost leta u svim vremenskim uvjetima uz značajnu uštedu goriva [23].

Sposobnost skeniranja iznad vodene površine također omogućava lakšu i precizniju identifikaciju cilja u odnosu na konstantno mijenjanje površine oceana. Opremljeni kamerama visoke razlučivosti, IC kamerama i drugim sensorima, bespilotna letjelica može pokriti ogromno područje oceana, označiti lokaciju unesrećenih i pružiti sliku u realnom vremenu brodu obalne straže ili zrakoplovu koji je zadužen za kontrolu i zapovijedanje u tom području. Na taj način spasioци i oprema se mogu znatno učinkovitije dopremiti na lokaciju unesrećenih. Međutim, u južnoj hemisferi to može biti obeshrabrujuće budući da je 80% površine pokriveno vodom. Upravo nedavno imali smo priliku svjedočiti pad dvaju zrakoplova Air France-a AF – 447 i Malezijskog MH – 370 u blizini ove regije.

Postoji nekoliko bespilotnih letjelica izvrsnih sposobnosti koje su idealne za primjenu u dalekometnim operacijama potrage i spašavanja. Negativna strana je što trenutno sve letjelice zahtijevaju USS-u.

Northrop Grumman Global Hawk HALE bespilotna letjelica može ostati u zraku preko 30 sati i letjeti na visini 18 km od tla. Ima razmah krila 40 m te može ostati iznad određenog područja pružajući kvalitetan nadzor tijekom katastrofalnih vremenskih uvjeta. Negativna strana je cijena sustava.

General Atomics Predator ima razmah krila 16 m, istrajnost preko 40 sati, plafon leta 7.620 m. Cijena iznosi 4 milijuna dolara po letjelici. Derivati Predator B i Reaper lete dva puta brže, ali istrajnost je smanjena na 30 sati.

AV Global Observer je bespilotna letjelica dugačka 22 metra sa razmahom krila od 53 m. Budući da koristi vodik kao gorivo može ostati u zraku i do sedam dana. Od senzora koristi dvije kamere dajući sliku u realnom vremenu i IC kameru te može dati bežični prijenos slike operateru.

Bespilotne letjelice biti će jednog dana značajan „alat“ za operacije potrage i spašavanja. Pronalaženje unesrećenih tijekom katastrofa ne znači nužno da će spasitelji stići na vrijeme da ih spase, ali njihovo lociranje na vrijeme dat će preživjelima više šanse za spašavanje.

5.3.3. Texas EquuSearch – organizacija za potragu i spašavanje

Texas EquuSearch je organizacija osnovana 2000.-te godine, a posvećena je pronalaženju nestalih osoba. Sve više je uključena u visoko profiliranim slučajevima otmica, radeći preko lokalnih agencija za provedbu zakona. Sjedište organizacije izvornog naziva Texas EquuSearch Mounted Search and Rescue Team, je u gradu Dickinson, savezna država Texas. To je neprofitabilna, potpuno dobrovoljna organizacija izvorno zamišljena kao volonterska planinarska grupa za potragu i spašavanje za pružanje pomoći lokalnim organizacijama u provedbi zakona i pretraživanju ogromnog područja izvan grada Houstona za nestalim osobama [24]. Iako sama organizacija ima relativno mali broj stalnih članova, tisuće volontera pomažu u pretraživanjima područja diljem SAD-a, ali i drugih zemalja.

Očekuje se da volonteri organizacije znaju kako koristiti opremu koju donose sa sobom. To se prije svega odnosi na primjenu manjih bespilotnih letjelica. Organizacija je stekla reputaciju kao dobro opremljena koja ima sposobnost da u vrlo kratkom roku implementira različite resurse kao što su radar, sonar, timovi sa psima tragačima kao i vozila (razna terenska vozila, brodovi i bespilotne letjelice).

Međutim, dokumentarni film pod nazivom „*Civilian Drones: Search and Rescue*“ koji je objavljen 2013. godine prikazuje birokratske izazove s kojima se suočava osoblje zaduženo za operacije traganja i spašavanja i njihove očajničke potrebe za civilnim bespilotnim letjelicama čiju uporabu je FAA ograničila, a koje bi mogle poboljšati sposobnosti tragača da spase život nekoj osobi. Pored navedenog, u filmu su detaljno prikazana frustrirajuća iskustva timova za traganje i spašavanje ove nacionalno priznate Texas EquuSearch organizacije, kao i kontinuirana borba tvrtki koje se bave proizvodnjom sustava bespilotnih letjelica da ostanu aktivne unatoč teškim gospodarskim uvjetima.

Zanimljiv je podatak da je Tim Miller je dobio sudski spor protiv FAA te je prema podacima objavljenim u časopisu „*The Hill*“ prošle godine FAA dopustio primjenu civilnih bespilotnih letjelica u potrazi za nestalom osobom.

5.3.4. Standardi, regulative i procedure

FAA koristi naziv „bespilotna letjelica“ za opis zrakoplovnog sustava bez pilota. „*FAA Modernization and Reform Act 2012*“ postavlja rok nadležnoj agenciji da do 30. rujna 2015. godine donese propise vezane za primjenu civilnih bespilotnih letjelica. U međuvremenu, agencija tvrdi da je protuzakonito rukovati civilnim bespilotnim letjelicama, ali odobrava letove ispod 120 metara, ukoliko slijede „*Advisory Circular 91-57*“, standarde vezane za upravljanje zrakoplovnim modelima, koji su izdani 1981. godine. U kolovozu 2013. godine licence za upravljanje sustavima bespilotnih letjelica bile su odobrene na bazi „*case by case*“, uz suglasnost FAA. Prije toga, potreban je certifikat CofA kojeg izdaje organizacija zračnog prometa (ATO⁸²). Osim odobrenja koje daje FAA, državna tijela SAD-a postavljaju regulatorni okvir za primjenu bespilotnih letjelica. U rujnu 2014. godine, 20 saveznih država donijele su zakonsku legislativu kojom se utvrđuje korištenje sustava bespilotnih letjelica i podataka prikupljenih sa letjelice. Gotovo svi doneseni zakoni zahtijevaju nalog kojim se definira svrha korištenja bespilotne letjelice s ciljem nadzora njene upotrebe [25].

Ove godine FAA je predložila novi pravilnik kojim bi se reguliralo korištenje bespilotnih letjelica u komercijalne svrhe, pomoću jednostavnog postupka odobravanja za bilo koje letjelice do 25 kg. Sukladno prijedlogu, potrebno je samo položiti pismeni ispit po FAA pravilima za dobivanje certifikata od agencije u skladu sa određenim sigurnosnim zahtjevima. Pismeni ispit bi se polagao svake dvije godine. Takvi sigurnosni zahtjevi ograničit će letove

⁸² ATO – Air Traffic Organization – Organizacija zračnog prometa.

ispod 150 metara, te će zabraniti letove u blizini aerodroma. Očekuje se da pravilnik stupi na snagu 2016. godine.

Uporaba vojnih sustava bespilotnih letjelica

Vojno osoblje uključeno u vojne operacije sustava bespilotnih letjelica mora udovoljavati slijedećim važećim propisima [26]:

- FAA propisima i zakonima
- ICAO propisima
- lokalnim propisima i zakonima
- vojnim propisima
- nezrakoplovnim saveznim i državnim zakonima koji se primjenjuju na vojne zrakoplovne operacije
- DoD FLIP⁸³ publikacijama
- zrakoplovnim priručnicima i *checklistama*.

Procedure prije leta:

- a) **Planiranje:** operater procjenjuje performanse letjelice, podatke vezane za odlazak, prilaz i podatke vezane za rutu, NOTAM i odgovarajuće FLIP DoD publikacije.

- b) **Zahtjevi za gorivo:** Prije polijetanja, letjelica mora imati dovoljno goriva do odredišta, alternativnog aerodroma (ukoliko je potrebno) te planiranu rezervu goriva:
 - a) za vertikalno uzlijetanje i slijetanje :
 - VFR pravila – 20 minuta pri krstarenju
 - IFR⁸⁴ pravila – 30 minuta pri krstarenju,
 - b) u krilima:
 - VFR (dan) – 30 minuta pri krstarenju
 - IFR (noć) – 45 minuta pri krstarenju.

⁸³ DoD FLIP – Department of Defence Flight Information Publications – Publikacije letnih informacija Ministarstva obrane.

⁸⁴ IFR – Instrument Flight Rules – Pravila instrumentalnog letenja.

Procedure prilikom uzlijetanja bespilotne letjelice (*departure*):

- a) svi operateri moraju se pridržavati sukladno objavljenim nestandardnim IFR minimumima i objavljenim odlascima koji se odnose na bespilotne letjelice. RVR⁸⁵ se može koristiti kada se uzlijetanje izvodi sa one USS-e za koju je RVR prijavljen,
- b) specijalni VFR letovi i odlasci unutar klasa B, C, D i E zračnog prostora su u nadležnosti kontrole zračnog prostora.

Procedure na ruti:

- a) **IMC**: tijekom IMC uvjeta leta, svi instrumenti i komunikacijska oprema u zemaljskoj nadzornoj postaji moraju zadržati položaj „ON“ te moraju odmah biti dostupni za uporabu.
- b) **OTT**⁸⁶: letjelica ne smije letjeti iznad oblaka ili sloja magle po VFR-u više od 30 minuta osim ako:
 - a) bespilotna letjelica i posada imaju ovlaštenje za provođenje IMC leta,
 - b) sva IFR pravila i zahtjevi mogu biti ispunjeni za preostali let.
- c) **Komunikacija** :
 - a) IFR: izvješća i radio frazeologija moraju biti u skladu sa DoD FLIP,
 - b) VFR: operatori moraju pratiti odgovarajuće frekvencije i napraviti izvješća o položaju.

Procedure prilikom slijetanja bespilotne letjelice:

- a) **Prilaz**: prilaz može započeti bez obzira na visinu i vidljivost.
- b) **MAP**⁸⁷: slijede se upute kontrole zračnog prometa. Dodatan prilaz može se zatražiti pod uvjetom dovoljne količine rezervnog goriva. Potrebno je zatražiti dopuštenje prije prelaska na drugu USS-u. Promjena plana leta biti će napravljena u skladu sa FLIP.

⁸⁵ RVR – Runway Visual Range – Vidljivost uzduž USS-e.

⁸⁶ OTT – Over-the-top flights – VFR letenje iznad oblaka.

⁸⁷ MAP – Missed Approach Point - Točka neuspjelog prilaženja.

- c) **Slijetanje:** bespilotne letjelice ne smiju letjeti do određene minimalne sigurnosne visine utvrđene točno za taj sustav od strane lokalnih standardnih operativnih procedura (SOP⁸⁸) za planiranu zračnu luku na koju se želi sletjeti ili kontrole zračnog prometa, osim ako postoji:
- a) prag USS-e, prilazna svjetla ili druge oznake koje označavaju područje prilaza kraju USS-e, moraju biti vidljive kroz optički sustav do operatera bespilotne letjelice,
 - b) letjelica mora biti u poziciji iz koje može imati siguran prilaz na slijetanje.

5.4. Primjena bespilotnih letjelica u Republici Hrvatskoj

Bespilotne letjelice u Republici Hrvatskoj dugo su bile zapostavljane. Tek nakon pogibije vatrogasaca na Kornatima i pitanja načina kontrole granica (poglavito morskih sa proglašenjem ZERP-a), dobivaju na važnosti. Hrvatska će u budućnosti koristiti sve više vrsta i tipova bespilotnih letjelica budući da su njihove prednosti nad konvencionalnim zrakoplovstvom velike prije svega u činjenici da nema izravne ugroženosti života pilota. S druge strane, ulaganjem sredstava u razvoj domaćih sustava bespilotnih letjelica, umjesto kupovine sustava od velikih proizvođača, postigao bi se konkurentan sustav sustavima zemalja EU kao što su Njemačka – sustav LUNA, Švicarska – sustav Ranger, Italija – sustav Falco i Češka – sustav Šojka [27]. Na taj način stekli bi se uvjeti za prodaju vlastitih sustava drugim zemljama.

S obzirom na zahtjeve i veličinu Hrvatske, ali i njene financijske mogućnosti, veliki strateški sustavi nisu od osobitog značaja. Ipak, važno je istaknuti kako sva uložena sredstva ostaju u privredi zemlje koja ga razvija za vlastite potrebe. Odličan primjer je Švicarska koja je razvila sustav u suradnji sa IAI Malat, a u potpunosti prilagođen zahtjevima Švicarske.

Usporedno sa SAD-om i drugim zemljama EU, u Republici Hrvatskoj ne postoji potencijalna tvrtka koja bi mogla isporučiti gotov sustav bespilotne letjelice zato što tehnologija kakvu iziskuje jedan suvremeni sustav u Hrvatskoj nikada nije razvijana. Stoga, kako se radi o opremi visoke tehnologije, osjetljive i zahtjevne za ugradnju, potrebno je pronaći tvrtku u Hrvatskoj koja je spremna i osposobljena za ugradnju, prilagođavanje i podešavanje avionike i ZNP-a letjelici. Ili, problem je moguće riješiti poticanjem razvoja

⁸⁸ SOP – Standard Operating Procedure – Standardne operativne procedure.

visoke tehnologije kako bi se dobio proizvod u potpunosti prilagođen našim potrebama [27]. Odličan primjer je austrijska tvrtka Schiebel koja je razvila navigacijski i komunikacijski sustav u malom kamionu za svoju bespilotnu letjelicu Camcopter S – 100.

5.4.1. Postojeće stanje flote

Ne uzimajući u obzir bespilotne letjelice koje su u privatnom vlasništvu, trenutačno u Republici Hrvatskoj jedino vojska i HGSS posjeduju bespilotne letjelice. Hrvatska vojska posjeduje dvije bespilotne letjelice: Bojnik i Skylark I. Letjelice se nalaze u sastavu Središnjice elektronskog izviđanja OS RH⁸⁹, dok HGSS posjeduje: dva drona tipa DJI Phantom 2 Vision i jedan dron tipa IRIS+.

5.4.1.1. Bespilotna letjelica Bojnik

Bespilotna letjelica Bojnik (slika 15) je letjelica domaće proizvodnje razvijena za potrebe dobivanja informacija o razmještanju neprijateljskih položaja za vrijeme Domovinskog rata. Isključiva namjena letjelice je da sudjeluje u izviđačkim zadaćama, dajući sliku u realnom vremenu. Elementi jednog sustava čine [27]: dvije operativne bespilotne letjelice, jedna školska bespilotna letjelica, zemaljska nadzorna postaja, jedno vozilo za prijevoz posade, jedno vozilo za prijevoz bespilotne letjelice i ostale potrebne opreme, dva terenska vozila, jedno terensko vozilo za prijem i obradu slikovnih podataka, sustav za video interpretaciju i foto laboratorij. Od samih početaka uvođenja u operativnu upotrebu, proizvod su završne integracije u postrojbi (tada, 280. vod bespilotnih letjelica), a samo dijelom proizvod industrije Republike Hrvatske. Prve serije strukture letjelica proizvedene su u ZTZ⁹⁰-u Velika Gorica, nešto kasnije dijelom u postrojbi SOPiZ⁹¹-a, a dijelom u tvrtki Board Gvardijan iz Zagreba [27]. Važno je istaknuti da svaku uporabu sustava Bojnik u civilne svrhe koordinira i odobrava Hrvatska kontrola zračne plovidbe (HKZP).

⁸⁹ OS RH – Oružane snage Republike Hrvatske.

⁹⁰ ZTZ – Zrakoplovno tehnički zavod.

⁹¹ SOPiZ – Satnija za obavještajnu potporu iz zraka.

Karakteristike: razmah krila 4 m, dvotaktni motor 4,2 KS, polijeće i slijeće s manjih USS-a, upravljan je daljinski preko ZNP⁹² ili vizualno, operativni polumjer djelovanja 60 km, operativna visina 4 km, istrajnost 5 sati.

Oprema: auto – pilot, GPS, analogna foto kamera 6x6, TV kamera.



Slika 12. Bepilotna letjelica Bojnik, [28]

5.4.1.2. Bepilotna letjelica Skylark I

Skylark I (slika 16) je minijturna bepilotna letjelica. Prvotno je zamišljena kao sustav za nadzor i taktičko izviđanje. Daje sliku u realnom vremenu. Lansira se ručno, a prihvat se vrši pomoću posebno izrađenog zračnog jastuka. Elementi jednog sustava čine: tri letjelice, upravljačka konzola sa pripadajućim elementima, antenski sustav i RVT „RAMBO“, terensko vozilo i tim od četiri člana. Postavljanje cijelog sustava traje 15-20 minuta.

⁹² ZNP – Zemaljska nadzorna postaja.

Karakteristike: istrajnost 2 sata, dolet 10 km, pokreće ju elektromotor, razmah krila 2,69 m, dužina 2,2 m.

Oprema: FLIR⁹³ kamera za noćno izviđanje, CCD⁹⁴ kamera za dnevno izviđanje.



Slika 13. Беспилотна летјеліца Skylark I, [29]

5.4.1.3. Quadrokopter DJI Phantom 2 Vision

DJI Phantom 2 Vision (slika 17) je *quadrokopter* sa integriranom FPV⁹⁵ kamerom. DJI Phantom 2 je druga generacija *quadrokoptera* iz tvrtke DJI te ima vlastitu 14 megapiksela bežičnu HD⁹⁶ FPV kameru. Sa većom baterijom i poboljšanim motorom let traje 25 minuta, dok je let izvornog DJI *quadrokoptera* trajao 14 minuta. Od opreme sadrži 5,8 GHz bežični kontroler koji ima operativni doseg 300 m, fotoaparatus koji se upravlja putem 2,4 GHz „Wi-fi“ bežičnog interneta pomoću aplikacije koja je dostupna na Android mobilnim uređajima [31]. Također, uključuje i „produživač dosega“ za „Wi-fi“ bežični internet korišten na pametnom

⁹³ FLIR – Forward Looking Infrared – Termovizijska kamera.

⁹⁴ CCD – Charge Coupled Device – Uređaj za prijenos električnog naboja.

⁹⁵ FPV – First-person view – Omogućuje pogled u prvom licu postavljanjem kamere i odašiljača na bespilotnu letjelicu koji su upareni sa prijammikom i LCD ekranom.

⁹⁶ HD – High Definition – Visoka rezolucija i kvaliteta.

telefonu, GPS, dva GPS potpomognuta načina leta, LED⁹⁷ indikator, radio kontroler, stajni trap, 5.200 mAh LiPO⁹⁸ bateriju i pametni telefon za kontroler. Cijena iznosi 1.400 dolara.

Zemlje korisnici u svrhe operacija potrage i spašavanja: Hrvatska, Kina, Njemačka, SAD.



Slika 14. Quadrokopter DJI Phantom 2 Vision, [30]

5.4.1.4. Quadrokopter IRIS+

IRIS+ (slika 18) je robot koji automatski leti sam u zadanom pravcu, držeći kameru čvrsto sa dva osovinska kardanska stabilizatora. Vrlo je jednostavan za upravljanje. Upravljanje se može vršiti pomoću upravljača ili korištenjem naprednog *3PV Follow Me* načina rada. Softver temeljen na „tabletu“ omogućuje vrlo jednostavno planiranje leta pod izrekom „ako možete nacrtati, možete i letjeti“. Elektroenergetski sustav omogućuje 16 minuta leta. Cijena iznosi 600 \$ [32].

⁹⁷ LED – Light-emitting diode – Poluvodič koji emitira vidljivo svjetlo prilikom prolaska električne struje kroz njega.

⁹⁸ LiPO – Lithium-Polymer battery – Litij-polimer baterija.

Karakteristike i oprema: nosivost 400 g, automatsko planiranje misija, autopilot, integrirana LED kamera, daljinski upravljač sa „on-screen“ telemetrijom za brzo dobivanje podataka tijekom leta, baterija i punjač i sustav automatskog slijetanja.



Slika 15. Quadrokopter IRIS+, [32]

6. MOGUĆNOST PRIMJENE BESPILOTNIH LETJELICA U OPERACIJAMA POTRAGE I SPAŠAVANJA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Uzimajući u obzir činjenicu da je Hrvatska turistička zemlja te da je broj nestalih i teško ozlijeđenih osoba iz godine u godinu sve veći, neophodna je primjena bespilotnih letjelica za potrebe potrage i spašavanja, prvenstveno zbog uloge koju bespilotna letjelica ima u pronalaženju i prikupljanju dokaza o položaju nestale osobe.

Operacije potrage i spašavanja često su okarakterizirane slijedećim skupom ograničenja [33]:

- vrijeme je kritično i svako kašnjenje može rezultirati dramatičnim posljedicama – potencijalno ljudskim gubitcima,
- neprijateljska operativna okruženja kao npr. katastrofalne scene, šume, itd.

Slijedom navedenog, upravo primjena bespilotnih letjelica može pružiti kritičnu potporu operacijama traganja i spašavanja zato što su bespilotne letjelice okretne, brze, mogu djelovati autonomno i time izvršiti operacije koje su teško izvedive ljudskim operaterima.

Budući se Republika Hrvatska nalazi u teškoj financijskoj situaciji, od izuzetne važnosti je izrada detaljnog plana nabavke dovoljnog broja i odgovarajućih bespilotnih letjelica za potrebe potrage i spašavanja. Kako se Hrvatska nalazi na trusnom području i bogata je rijekama mogući su potresi i poplave te je potrebno uzeti u obzir ekonomsku isplativost investicija bespilotnih letjelica. Poželjna bi bila kupnja onih letjelica koje bi na odgovarajući način mogle pridonijeti u pokrivanju nekoliko segmenata (požari, poplave, potresi, katastrofe i velike nesreće, traganje i spašavanje, itd.). Potrebno je uzeti u obzir i već postojeće bespilotne letjelice koje se nalaze u sastavu HV-a i HGSS-a te ih odgovarajuće uklopiti sa potencijalno novim tipovima bespilotnih letjelica. Flota bi se sastojala od bespilotnih letjelica srednjeg i dugog doleta.

6.1. Valorizacija stanja službi traganja i spašavanja u Republici Hrvatskoj

Govoreći općenito, za sustav potrage i spašavanja karakteristična je koordinacija središnjeg sustava upravljanja, kontrole i nadzora. Međutim, činjenica je da u Hrvatskoj trenutno postoje samo elementi koji funkcioniraju razjedinjeno: Hitna pomoć, Vatrogasne postrojbe, Policija, HGSS, HRZ⁹⁹, Helikopterska postrojba MUP-a te mnogobrojne profesionalne i dobrovoljne službe i organizacije [5]. Dodatni problem predstavlja i činjenica da se iz godine u godinu doručuje plan sustava traganja i spašavanja helikopterima (HRZ i MUP) te da je raznolika obučenost ljudi angažiranih u takvim namjenski organiziranim snagama, što je od utjecaja na kvalitetno izvršavanje zadaća. Nadalje, operacijama potrage i spašavanja u Republici Hrvatskoj veliki problem predstavlja izuzetno kompliciran sustav izdavanja dozvole za polijetanje helikoptera kao neposredna posljedica hijerarhijski ustrojenog vojnog sustava. U većini europskih zemalja aktiviran je pozivni broj za krizne situacije (112) pa tako i u Republici Hrvatskoj. Međutim, policija, hitna pomoć i vatrogasci imaju različite pozivne brojeve što otežava operativno djelovanje i pri čemu se gubi dragocjeno vrijeme za reakciju. Rješenje takve situacije bilo bi u uvođenju jedinstvenog broja za pozive u pomoć i uspostavljanju standarda i procedura u komunikaciji.

Slijedeći problem ogleda se u činjenici da se medicinski letovi vrše helikopterima koji nisu namijenjeni i opremljeni standardnom medicinskom opremom, a ograničen je i uvjetima letenja što predstavlja veliki nedostatak s tehničkog aspekta [34].

Za uspješno provođenje zadaća nužno je utvrditi prioritete i redoslijed izvršenja zadaća. S obzirom da je u Republici Hrvatskoj sustav decentraliziran često dolazi do problema u realizaciji.

6.1.1. Hrvatska gorska služba spašavanja (HGSS)

HGSS je osnovana 1950. godine kao interna služba Hrvatskog planinarskog saveza i danas je prerasla u službu javnog karaktera koja brine o sigurnosti građana 24 sata dnevno, 365 dana u godini [35]. Primarni ciljevi službe su spašavanje i pružanje medicinske pomoći unesrećenima u gorju i svim drugim nepristupačnim mjestima pri čemu je potrebno primijeniti posebno stručno i profesionalno znanje kao i potrebnu tehničku opremu namijenjenu za spašavanje u planinama, udaljenijim i nedostupnim područjima. Služba

⁹⁹ HRZ – Hrvatsko ratno zrakoplovstvo.

suraduje s OS RH zatim s tijelima DUZS¹⁰⁰, zdravstvenim ustanovama, Hrvatskim planinarskim savezom, jedinicama lokalne i regionalne samouprave i mnogim drugim civilnim institucijama. Članica je IKRA-CISA¹⁰¹ (Međunarodna komisija gorskih spasilačkih službi) te je jedna od osnivača ECRA¹⁰²-e (Europsko speleospasilačko udruženje). Služba je danas teritorijalno podijeljena na 24 stanice te je u svom radu jedinstvena što bi značilo da je poziv bilo kojem članu Gorske službe spašavanja ujedno i poziv cijeloj službi [36]. U pravilu intervenira ona stanica koja je najbliža mjestu nesreće.

Prošle godine HGSS je dobila donaciju dronova u sklopu projekta „Croatia Makers“ kompletnog opremanja bespilotnim letjelicama. Glavni cilj projekta je opremanje tj. doniranje opreme za robotiku i automatiku svim školama i centrima za rad s mladima koji se žele uključiti u ovaj projekt, kao i opremiti sve stanice bespilotnim letjelicama te obučiti posade. Letjelice bi trebale osigurati veću kvalitetu i brzinu potraga [37]. Posljedično, realizacija projekta inicirala je osnivanje udruge koja se financira vlastitim novcem članova udruge i prikuplja donacije u svrhu provedbe projekta.

HGSS raspolaže za sada sa dva drona tipa Phantom Vision 2+ trenutno najmodernijom bespilotnom letjelicom u svojoj klasi i jednim dronom tipa IRIS+ [38]. Prema riječima nadležnih stručnjaka kupnja gotovih letjelica nije u fokusu projekta „Croatia Makers“. Fokus je na istraživanju tehnologije. Treba napomenuti kako se ovakvi i slični projekti u SAD-u provode godinama, dok je Hrvatskoj potrebno još nekoliko godina kako bi se postigla zadovoljavajuća razina primjene bespilotnih letjelica koje isključivo koriste dobrovoljne organizacije i neprofitabilne udruge.

6.1.2. HKoV¹⁰³ – Vojno obavještajna bojna (VOB) – Satnija za obavještajnu potporu iz zraka (SOPiZ)

VOB je postrojba osposobljena za pružanje potpore ostalim postrojbama OS RH. Ustrojena je 2000. godine spajanjem 350. diverzantskog odreda Glavnog stožera, 1. izvidničko-diverzantske satnije GS¹⁰⁴ „Anguilla“, 74. satnije elektroničkog izviđanja GS, 280.

¹⁰⁰ DUZS – Državna uprava za zaštitu i spašavanje.

¹⁰¹ IKRA-CISA – Internationale Kommission für Alpines Rettungswesen-Commission Internationale de Sauvetage Alpin – Međunarodna komisija gorskih spasilačkih službi.

¹⁰² ECRA – European Cave Rescue Association – Europsko speleospasilačko udruženje.

¹⁰³ HkoV – Hrvatska kopnena vojska.

¹⁰⁴ GS – Glavni stožer.

voda bespilotnih letjelica GS. Ustrojena je po ISTAR¹⁰⁵ principu s četiri glavne obavještajne discipline: HUMINT¹⁰⁶, SIGINT¹⁰⁷, OSINT¹⁰⁸ i IMINT¹⁰⁹.

Sustavi bespilotnih letjelica pod nazivom Bojnik uvedeni su u uporabu za vrijeme trajanja Domovinskog rata 1993. godine, isključivo razvijeni za potrebe dobivanja informacija o razmještanju neprijateljskih položaja. OS RH raspolažu sa dva razreda sustava bespilotnih letjelica te sustavom u fazi razvoja [27]:

- a) sustav bespilotnih letjelica Bojnik – SR,
- b) sustav bespilotnih letjelica Skylark – MINI,
- c) sustav VX – sustav u fazi razvoja.

6.1.2.1. Primjena bespilotnih letjelica u nevojnim zadaćama

Za primjenu vojnih sustava bespilotnih letjelica u civilne svrhe (civilno-vojna suradnja) potrebno je zadovoljiti nekoliko kriterija [39]:

- 1) moraju biti jasno definirana pravila i vremenski okviri za rad,
- 2) sustav mora udovoljavati zakonskim normama (NOTAM, transponder, itd.),
- 3) tko, na koji način i gdje preuzima rezultate rada,
- 4) kakvom vrstom i kvalitetom senzora se raspolaže ili ih se planira nabaviti,
- 5) koja agencija, ministarstvo ili institucija je nadležna za nadzor i distribuciju rezultata,
- 6) tko osigurava financijsku potporu zadaća.

Nakon ispunjavanja uvjeta, mogu se definirati koje vrste zadaća bespilotne letjelice mogu podržavati. Zadaće civilno-vojne suradnje [39]:

- nadzor plovnih putova i praćenje teretnih i drugih brodova,
- nadzor i kontrola izlova ribe (ulazak stranih ribarskih brodova i preprodaja na moru),

¹⁰⁵ ISTAR – Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance – Obavještajno djelovanje, nadzor, nominacija ciljeva i izviđanje.

¹⁰⁶ HUMINT – Human Intelligence – Prikupljanje informacija ljudskim izvorima.

¹⁰⁷ SIGINT – Signals Intelligence – Elektroničko izviđanje.

¹⁰⁸ OSINT – Open-source Intelligence – Obrada otvorenih izvora – do izvora informacija se dolazi obradom svih dostupnih izvora kao što su novine, knjige, elektronički mediji i satelitske snimke.

¹⁰⁹ IMINT – Imagery Intelligence – Obrada slikovnih informacija.

- nadzor prometa (kontrola brzine i prometne gužve, prometna forenzika),
- akcije traganja i spašavanja na kopnu i moru,
- nadzor i kontrola vodostaja u ugroženim područjima rijeka i jezera,
- procjena, nadzor i usmjeravanje snaga tijekom požara.

U cilju zaštite od požara na razini OS RH ustrojavaju se NOS¹¹⁰. U aktivnostima NOS-a protupožarne zaštite nekoliko godina, sudjelovala je i bespilotna letjelica Bojnik u vidu pružanja potpore NOS-u OS RH i vatrogasnim postrojbama u ranom otkrivanju požara te pružanju informacija o smjeru požara.

Timovi, tj. desetina mini bespilotnih letjelica (mBL) 2. voda sustava bespilotnih letjelica za neposrednu izvidničku potporu posljednjih nekoliko godina biva podređena DUZS-u koja sukladno potrebama raspolaže timovima u različitim područjima interesa (poplave, požari, traganje i spašavanje, itd.).

6.1.2.2. Sustav XV – sustav u fazi razvoja

Projekt je u cijelosti napravljen u Republici Hrvatskoj, od strane VSOA¹¹¹ na inicijativu SOPiZ VOb. Letjelica je zamišljena kao školska letjelica kratkog doleta, ali opremljena sa svim uređajima i softverima sličnim današnjim koji se nalaze na suvremenim sustavima u svijetu. Cilj projekta je održavanje kontinuiteta u radu sa letjelicama taktičke razine kako bi se maksimalno skratilo trajanje školovanja na neki moderni sustav. Po izgledu letjelica je slična sustavu Shadow 200, a struktura je rađena u tvrtki Board Guardian iz Zagreba [27]. Daljnjim ulaganjem dobio bi se zadovoljavajući sustav taktičke razine, dometa 100 km sa istrajnošću leta od minimalno šest sati. Ukoliko bi se nabavili napredniji sustavi, posade bi prošle sličnu obuku te stekle nužno iskustvo. Daljnjim razvojem potrebno je i opremanje avionikom, komunikacijskim uređajima, uređajima za ZNP. Akvizicijom komunikacijske opreme u Republici Hrvatskoj po prihvatljivim cijenama značajno bi se pojednostavili servisi te zahvati na doradi antena.

¹¹⁰ NOS – Namjenski organizirane snage.

¹¹¹ VSOA – Vojna sigurnosno-obavještajna agencija.

6.2. Prijedlog flote bespilotnih letjelica za potrebe potrage i spašavanja

6.2.1. Bespilotni helikopter Camcopter S – 100

Camcopter S – 100 je austrijska bespilotna letjelica (slika 19) rotokopterskog dizajna. Prva je bespilotna letjelica na koju je uspješno integriran senzor CORONA 350. Riječ je o četiri osovinski žiroskopsko stabiliziranom kardanu koji sadrži četiri različita fotoaparata, uključujući ultraljubičastu kameru, termalnu kameru, vizualno svjetlosnu kameru i digitalnu kameru. Moćna kombinacija Camcoptera S – 100 i senzora CORONA 350 omogućuje provođenje nadzora iz zraka vrlo učinkovito i brzo [40]. Dodatno, savršen je način za smanjenje troškova što ga čini idealnim rješenjem za primjenu u operacijama potrage i spašavanja. Prednosti korištenja bespilotne letjelice Camcopter S – 100 nad helikopterom sa posadom su da je letjelica iznimno osposobljena za rad sa mnogo manjim rizikom, može nositi napredne senzore za održavanje kursa, znatno je tiši i može djelovati i do deset sati po misiji do udaljenosti od 200 km. Također, troškovi po satu leta su značajno niži u odnosu na helikopter sa posadom, s obzirom na puno veće osiguranje te se zahtjeva primjena sigurnosnih mjera za helikopter sa posadom prilikom rada u vrlo opasnom okruženju.

Karakteristike: težina prazne letjelice 110 kg, maksimalna težina u polijetanju 200 kg, dužina 3,11 m, širina 1,24 m, visina 1,12 m, kapacitet goriva 57 litara, AE50 Wankel rotirajući motor 55 KS, promjer glavnog rotora 3,4 m, maksimalna brzina 222 km/h, dolet 180 km, istrajnost 6 sati, operativna visina 5.486,6 m [41].

Sustav se sastoji od: dvije letjelice, zemaljske nadzorne postaje, dva laptop kompjutera (jedan za planiranje i vođenje misije, a drugi za kontrolu tereta i iskorištavanje fotografija), antene za praćenje, „the CUBE¹¹²“ koja se ponaša kao *hub* između letjelice, zemaljske opreme i mreže za prijenos podataka. Cijena sustava se kreće oko 2 milijuna \$.

Zemlje korisnici u svrhe operacija potrage i spašavanja: Nizozemska, Rusija, SAD.

¹¹² CUBE – Inteligentno sučelje sa PowerPC procesorom.



Slika 16. Bepilotna letjelica Camcopter S – 100, [41]

6.2.2. ScanEagle

ScanEagle (slika 20) je mala i jeftina bespilotna letjelica duge istrajnosti koju je izgradila tvrtka Insitu, podružnica tvrtke Boeing. Nosi stabiliziranu elektro-optičku i/ili infracrvenu kameru integriranu unutar kupole koja se nalazi ispod nosnog dijela letjelice te integrirani komunikacijski sustav koji ima dolet više od 100 km. Ne zahtijeva uzletnu – sletnu stazu. Za uzlijetanje koristi pneumatski katapult poznat kao „SuperWedge“ katapult, dok za slijetanje koristi „Skyhook“ sustav. Letjelica pomoću kuka koje se nalaze na vrhovima krila ulovi užu koje visi sa 9-15 m visoke dizalice. Godine 2009. tvrtke Boeing i Insitu su najavile NightEagle, modificiranu verziju ScanEagle Block E sa infracrvenom kamerom za noćne operacije.

Karakteristike: nosivost 3,4 kg, dužina 1,55 – 1,70 m, razmah 3,1 m, dvotaktni motor 1,5 KS, maksimalna brzina 148 km/h, brzina krstarenja 111 km/h, istrajnost više od 24 sata, maksimalna operativna visina 6 km, dolet 1.532 km.

Sustav se sastoji od: 4 letjelice, zemaljske nadzorne postaje, prijenosne video stanice, katapulta za uzlijetanje te sustava za prihvat pri slijetanju. Cijena sustava je oko 3,2 milijuna \$.

Zemlje korisnici u svrhe operacija potrage i spašavanja: SAD, Ujedinjeno Kraljevstvo, Brazil.



Slika 17. Bepilotna letjelica ScanEagle, [42]

6.2.3. Hermes 450

Hermes 450 (slika 21) je izraelska bespilotna letjelica namijenjena za izviđanje, nadzor i borbene zadaće. Sustav se jednostavno mobilizira i brzo razmješta. Upravljanje se vrši putem ZNP-a. Letjelica može obavljati paralelno dvije zadaće iz iste zemaljske nadzorne postaje koristeći dva GDT¹¹³-a. Može polijetati pomoću stajnog trapa ili putem katapulta.

Karakteristike: razmah krila 10,5 m, masa letjelice 450 kg, najveća brzina 176 km/h, dolet 200 km, maksimalna operativna visina 5.486 m.

¹¹³ GDT – Ground Data Terminal – Zemaljski podatkovni terminal.

Oprema: dvije dnevno-noćne kamere.



Slika 18. Беспилотна летјелца Hermes 450, [43]

6.2.4. General Atomics Altus

Altus (slika 22) je беспилотна летјелца коју је дизајнирао компанија General Atomics за различита истраживања. Altus је цивилна варијанта GNAT – 750 и MQ – 1 Predatora [33]. General Atomics је израдио двије варијанте летјелце – Altus I са једноступанјским турбо пуњаčem и Altus II са двоступанјским турбо пуњаčem, у оквиру ERAST пројекта.

Карактеристике: дужина 7,2 м, размах крила 16,5 м, капацитет горива 348 литара, максимална брзина 185 км/х, брзина крстарења 130 км/х, долет 741 км, истрајност 24 х, максимална оперативна висина 20.000 м.

Цијена система износи око 8 милијуна \$ што представља скуплију варијанту за потребе Републике Хрватске.



Slika 19. Беспилотна летјелца General Atomics Altus, [44]

6.2.5. Hipersfera – projekt u razvoju

Hipersfera d.o.o. je mlado R&D poduzeće iz Zagreba koje se bavi razvijanjem autonomne stratosferne letjelice (slika 23) koja će zamijeniti zrakoplove i satelite u industriji daljinskih istraživanja. Sustav predstavlja lagane zračne brodove na visini od 33 km koji stalno nadgledaju određeno područje, pobijedivši satelite i zrakoplove, kako u cijeni tako i u performansama.

Troškovi po satu leta su i do petnaest puta manji u odnosu na druge sustave bespilotnih letjelica u istoj klasi. HS – 5k sustav omogućuje znatno povećanje profitabilnosti pri javnoj i komercijalnoj uporabi sustava bespilotnih letjelica. Nadalje, u industriji daljinskih istraživanja cijena po četvornom kilometru za slike visoke razlučivosti je 200 puta veća nego troškovi izrade putem HS – 5k sustava. Brojne druge konceptualne, tehničke i poslovne prednosti daju ovome proizvodu prednost u odnosu na postojeća rješenja u navedenim industrijama. Od velikih globalnih „igrača“, koji se bave izradom satelitskih fotografija, ističu

se tvrtke GeoEye, Orbital Sciences i Digital Globe. Te kompanije proizvode satelite, šalju ih u orbitu i pružaju usluge snimanja fotografija na Zemlji. Za razliku od satelita koji su u trenutku lansiranja opremljeni vrhunskom tehnologijom ali se ne mogu nadograđivati, letjelica hipersfera se može nadograđivati te konstantno biti ukorak s najnovijom tehnologijom.

Hipersfera HS – 5k sustav za kontinuirani nadzor se sastoji od HALE bespilotne letjelice sa istrajnošću i do 100 sati neprekidnog leta te telekomunikacijske i zemaljske infrastrukture potrebne za pružanje informacija na terenu u realnom vremenu.

Osnovni cilj tvrtke Hipersfera d.o.o. je biti protuteža vojnoj industriji i davanje ove tehnologije civilnim službama, što bi, između ostalog, bilo od velikog utjecaja i na daljnji razvoj bespilotnih letjelica za potrebe kontrole granica i operacija traganja i spašavanja [45].



Slika 20. Autonomna stratosferna letjelica Hipersfera, [45]

6.3. Definiranje centara za djelovanje bespilotnih letjelica

Kada je u pitanju smještaj bespilotnih letjelica, osim kriterija prostorne pokrivenosti, potrebno je uzeti u obzir i statističke parametre veličine stradanja po pojedinim regijama [5]. Naravno, važna je veličina i sastav flote. Prilikom izbora lokacija potrebno je i predvidjeti moguće širenje mreže i eventualno ustrojavanje pomoćnih središta. Budući da u Republici Hrvatskoj nema takvih centara, središta bi trebalo locirati uz komplekse sa predvidivom koordinacijom službe nadležne kontrole letenja, meteorološke službe i slično. Ukoliko bi Republika Hrvatska ustrojila službu traganja i spašavanja, optimalno bi bilo flote bespilotnih letjelica smjestiti uz glavna operativna središta službe. Glavno operativno središte bilo bi u Zagrebu iz kojeg bi se koordiniralo svim aktivnostima i gdje bi se provodilo školovanje kadrova. Istovremeno, trebala bi se ustrojiti još dva ili tri centra - jedan u Rijeci, a drugi u Zadru (gdje za to već postoje uvjeti), dok bi alternativno središte bio Dubrovnik. S centrom u Dubrovniku još kvalitetnije bi bilo pokriveno južno područje. Preporuča se ustrojavanje još jednog operativnog središta u Osijeku zbog rizičnog područja katastrofa (područja uz rijeku Savu). Projekt bi se sufinancirao sredstvima EU sa 250 milijuna eura iz sredstava namijenjenih za razvoj i unapređenje ribarskog sektora [46]. Bespilotne letjelice bi osim Ministarstva poljoprivrede koristili MUP i MORH¹¹⁴. Natječaj za bespilotne letjelice očekuje se sredinom ove godine. Odabir bespilotnih letjelica i lista potencijalnih proizvođača još nisu definirani, a razmatra se nabava letjelica sa doletom većim od 150 km. Letjelice bi bile opremljene senzorima i kamerama osposobljenim za noćni rad tako da bi mogle sudjelovati u operacijama traganja i spašavanja na moru [47]. Predviđanja su da bi za cijeli sustav trebalo izdvojiti oko 15 milijuna dolara za šest bespilotnih letjelica. Kao idealno rješenje nameće se bespilotna letjelica ScanEagle budući da cijeli sustav košta oko 3,2 milijuna dolara, a sastoji se od 4 letjelice, zemaljske nadzorne postaje, prijenosne video stanice te katapulta za lansiranje i opreme za prihvata. Važno je naglasiti kako letjelica ima dolet od 1.532 km i istrajnost više od 24 h. Dakle, za dva sustava od osam letjelica bilo bi potrebno izdvojiti 6,4 milijuna dolara. Dvije letjelice bile bi smještene u Zadru, dvije u Rijeci, dvije u Osijeku. S obzirom da Slavonija predstavlja rizično područje katastrofa (poplave) kao idealno rješenje nameće se bespilotna letjelica Altus II koja bi se mogla primjenjivati i za potrebe protupožarstva budući da sustav za nadzor čini toplinski skener AIRDAS¹¹⁵ konstruiran za

¹¹⁴ MORH – Ministarstvo obrane Republike Hrvatske.

¹¹⁵ AIRDAS – Airborne Infrared Disaster and Space Administration – Avionski infracrveni sustav za procjenu nesreća i katastrofa.

zračno snimanje požara i prirodnih katastrofa te katastrofa koje uzrokuje čovjek [48]. Kao negativna strana ističe se cijena jer je riječ o skupoj varijanti letjelice, tako da ScanEagle predstavlja alternativu ovom sustavu. Ukoliko bi bila prihvaćena ideja Dubrovnika kao alternativnog središta, tamo bi bile smještene još dvije letjelice.

Druga bespilotna letjelica koju bi trebalo razmotriti je VTOL bespilotna letjelica Camcopter S-100, idealna za primjenu u operacijama traganja i spašavanja na brdovitim područjima. Letjelice bi bile smještene u stanici HGSS-a u Gospiću uz već postojeću flotu dronova. S obzirom na veličinu i tehničke karakteristike, letjelice iz postojeće flote koristile bi se za manje zahtjevnije operacije, dok bi se Camcopter S-100 koristio za veće i složenije operacije traganja i spašavanja na većem području (npr. područje Velebita). Sustav se sastoji od dvije letjelice, a cijena iznosi oko 2 milijuna dolara.

Zaključno, za desetak sustava bespilotnih letjelica trebalo bi izdvojiti oko 8,4 milijuna dolara što je značajno ispod predviđenih 15 milijuna za šest bespilotnih letjelica koje Ministarstvo poljoprivrede uz logističku potporu MORH-a planira nabaviti. Navedene bespilotne letjelice postale bi višenamjenske jer bi se osim za operacije traganja i spašavanja mogle koristiti i za druge djelatnosti koje su u nadležnosti Ministarstva poljoprivrede, kao što su kontrola ribolovnih zona, granica i ZERP¹¹⁶-a.

6.4. Potraga i spašavanje na moru

Spašavanje ljudi na moru nije moguće bez dobro organizirane službe traganja i spašavanja. Na temelju Međunarodne konvencije Republika Hrvatska je u prosincu 1998. godine donijela Nacionalni plan traganja i spašavanja na moru.

Ustroj službe se sastoji od [49]:

- a) stožera službe,
- b) MRCC¹¹⁷ Rijeka,
- c) podsredišnjice spašavanja (lučke kapetanije u Republici Hrvatskoj),
- d) jedinica traganja i spašavanja (pomorske zrakoplovne i kopnene jedinice),
- e) obalnih promatračkih jedinica što obuhvaća sve lučke ispostave svih lučkih kapetanija i obalne radiopostaje.

¹¹⁶ ZERP – Zaštićeni ekološko-ribolovni pojas

¹¹⁷ MRCC – Maritime Rescue Coordination Centre – Pomorski centar za koordinaciju spašavanja.

Ovisno o mjestu nesreće operacija traganja i spašavanja vrši se primjenom odgovarajućih sredstava. Ukoliko se nesreća dogodila u blizini obale tada se uz brodove mogu koristiti helikopteri i obalna sredstva za spašavanje, a ukoliko se nesreća dogodila na otvorenom moru najčešće se primjenjuju zrakoplovi i brodovi pri čemu važnu ulogu imaju i trgovački brodovi ukoliko se nađu u blizini. Međutim, primjena zrakoplova i helikoptera ima i nekih nedostataka kao što su troškovi leta, umor pilota i loši vremenski uvjeti. Prednosti primjene bespilotnih letjelica u operacijama traganja na moru očituju se u značajnoj uštedi goriva, smanjenju rizika gubitka posada, načelno ne zahtijevaju USS-u, letjelica može duže ostati u zraku ne zahtijevajući nadopunu gorivom i na taj način rezultirati bržoj i većoj pokrivenosti područja čime se povećavaju i šanse unesrećenih za preživljavanje. U Republici Hrvatskoj se operacije traganja i spašavanja na moru, između ostalog, vrše i vojnim helikopterima što predstavlja izuzetno skupu varijantu s obzirom da se vojni helikopteri ne nalaze u civilnom registru čime se izbjegava plaćanje osiguranja [34]. Slijedeći nedostatak je cijena helikoptera u odnosu na bespilotnu letjelicu (helikopter košta nekoliko milijuna dolara, dok je cijena bespilotne letjelice nekoliko tisuća dolara). U SAD-u zbog velikog prostranstva bespilotne letjelice često lete u formaciji sa helikopterima te na taj način osiguravaju veliku pokrivenost područja. U Republici Hrvatskoj za to nema potrebe jer primjenom bespilotne letjelice tipa ScanEagle pokrio bi se cjelokupni prostor obale. Također, ScanEagle se lansira putem katapulta tako da se može primjenjivati i na brodovima te ne zahtjeva USS-u. Međutim, nedostatak se ogleda u nemogućnost postavljanja katapulta na manje brodove. Kao alternativa za uporabu na svim brodovima bez obzira na veličinu nudi se uporaba VTOL bespilotnih letjelica kao npr. Camcopter S-100 ili švedska potpuno automatizirana bespilotna letjelica Saab Skeldar V-150 namijenjena za zadaće izviđanja na srednjim udaljenostima te napravljena u potpunosti od kompozitnih materijala. Njihova uporaba ne zahtjeva veliki prostor na brodu niti ugradnju složenih sustava, a mogu djelovati i s plovila dužine deset metara (pa čak i kraćih). Ove letjelice značajno povećavaju mogućnost nadzora objekata uočenih na radaru, pružajući brodu s kojeg djeluju sposobnost brzog otkrivanja, identifikacije i nadzora plovidbe svih uočenih plovila i objekata. Ako se opreme termovizijama i kamerama, one postaju odlično sredstvo za traganje ne samo nad morem već i nad kopnom [50]. Mora se istaknuti kako VTOL bespilotne letjelice ne uspiju uvijek „pogoditi“ palubu broda i ostati na njoj. Rješenje za to nudi američka tvrtka Aither sa svojim CORSH¹¹⁸ sustavom automatskog slijetanja na brod.

¹¹⁸ CORSH – Conical Recovery, Securing and Handling – Sustav automatskog slijetanja na brod.

Potrebno je napomenuti kako bi se gore navedene bespilotne letjelice koristile isključivo za operacije traganja, lociranja unesrećenih i drugih raznih objekata.

6.5. Reguliranje letenja bespilotnim letjelicama manjim od 150 kg

Zbog sve češćeg korištenja bespilotnih letjelica u Republici Hrvatskoj nužno je zakonski regulirati letenje bespilotnim letjelicama. Stoga je Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo donijela Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova („Narodne novine“ broj 49/15). Važno je istaknuti kako je Agencija, u svrhu pružanja prihvatljive razine sigurnosti, prije donošenja Pravilnika pozvala sve zainteresirane na raspravu pri čemu su se mogla postavljati pitanja, davati komentari i odgovori na prijedlog Pravilnika. Rasprava je bila otvorena do 28. veljače 2015. godine [51], a kompletan nacrt izradila je i objavila Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo. S jedne strane, EASA se obvezala pravno urediti operacije bespilotnih zrakoplova operativne mase 150 kg, dok je s druge strane, Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo je prepoznala potrebu i odgovornost žurnog donošenja propisa koji bi omogućio operacije bespilotnih zrakoplova koji ne spadaju u tu kategoriju, unutar zakonskih okvira, u Republici Hrvatskoj.

U Pravilniku se nalazi nekoliko stavki koje se odnose na sigurnu udaljenost od ljudi, životinja, vozila i dalekovoda tijekom leta. Iako letjelice imaju i svijetla za označavanje nije dopušteno letenje noću. Negativna strana je što letjelica mora biti u vidnom polju s obzirom da nisu opremljene radarom iako operater može pratiti njezino kretanje putem kamere koje služe za snimanje, ali i za praćenje leta.

Za mnoge operatere je vrlo važno da su letjelice podijeljene u tri klase – do 5 kg, od 5-25 kg te od 25-150 kg.

Stroga pravila - Vrlo je važno da operater osigura da se let odvija na udaljenosti najmanje od 3 km od aerodroma i prilazne ili odlazne ravnine, osim u situaciji kada su posebno predviđene procedure za letenje bespilotnih zrakoplova definirane napatkom za korištenje aerodroma. Interesantno, bespilotna letjelica DJI Phantom II koja se nalazi u sastavu HGSS-a Gospić ima na temelju GPS pozicije ugrađen sustav „No Fly Zone“ kako bi se povećala sigurnost letenja te spriječili sudari u ograničenim područjima što znači da se letjelica sama spušta ukoliko se približi „No Fly Zone-i“ (npr. ukoliko se nađe u blizini zračne luke Pleso). Također, potrebno je napomenuti kako mnogi dronovi imaju i opciju „Home“

koja im omogućuje povratak na mjesto polijetanja ili gdje se nalazi operater. To može predstavljati problem ukoliko postoje prepreke budući da se letjelica vraća na zadanoj visini te ih stoga ne može izbjeći budući da nema radar. Pravilnikom je regulirano da letjelica mora biti na optičkoj vidljivosti i ne na većoj udaljenosti od 500 metara [52].

Nadalje, letenje korištenjem sustava za prikaz pogleda iz zrakoplova se smije izvoditi [52] :

- 1) Isključivo zrakoplovnim modelom (bespilotni zrakoplov isključivo namijenjen za potrebe rekreacije i sporta),
- 2) Rukovatelj smije izvoditi let samo u pratnji pridruženog promatrača,
- 3) Rukovatelj je dužan upoznati pridruženog promatrača sa svim bitnim detaljima planiranog leta, a najmanje s visinom i planiranom rutom,
- 4) Pridruženi promatrač dužan je tijekom cijelog leta održavati neprekidni vizualni kontakt s bespilotnim zrakoplovom i upozoravati rukovatelja na sva odstupanja od planiranog leta, moguća narušavanja minimalne udaljenosti kao i obavještavati ga o ostalim stvarima bitnim za sigurno izvođenje leta,
- 5) Pridruženi promatrač i rukovatelj, tijekom izvođenja leta, moraju biti na udaljenosti koja omogućava nesmetanu glasovnu komunikaciju bez tehničkih pomagala.

Neke od obveza operatora uključuju sljedeće [52]:

- 1) Operator mora imenovati odgovornu osobu koja ima ukupnu odgovornost nad aktivnostima operatora.
- 2) Operator mora uspostaviti sustav izvješćivanja o događajima povezanim sa sigurnošću u zračnom prometu skladu s primjenjivim propisom.
- 3) Operator mora uspostaviti sustav vođenja i čuvanja zapisa o letu koji sadržava najmanje sljedeće podatke:
 - a) Datum leta,
 - b) Vrijeme početka i završetka izvođenja letačkih operacija i trajanje leta,
 - c) Ime i prezime rukovatelja koji je obavio let,
 - d) Lokacija izvođenja letačke operacije,
 - e) Klasifikaciju područja letenja,
 - f) Operativna masa bespilotnog zrakoplova,
 - g) Napomene o događajima za koje operator procijeni da su od značaja za izvođenje

letačkih operacija.

4) Zapisi o letu moraju se čuvati najmanje dvije godine od datuma leta.

Dokumentacija - Članak 20. Pravilnika opisuje svu obaveznu dokumentaciju pri izvođenju letačkih operacija.

Prilikom izvođenja letačkih operacija rukovatelj je odgovoran da sa sobom ima sljedeće dokumente [52]:

- a) letački priručnik ili upute za upotrebu sustava bespilotnog zrakoplova,
- b) izvornik ili ovjerenu presliku odobrenja za izvođenje letačkih operacija, ako je primjenjivo,
- c) policu osiguranja, kada je primjenjivo,
- d) dodatno uz dokumente iz točaka (a) do (c) ovoga članka, za kategorije A i B letačkih operacija, dokaz o poznavanju primjenjivih zrakoplovnih propisa, psihofizičkoj sposobnosti i osposobljenosti za upravljanje tipom/modelom sustava bespilotnog zrakoplova u skladu s Dodatkom 4 ovoga Pravilnika,
- e) dodatno uz dokumente iz točaka (a) do (c) ovoga članka, za kategorije C i D letačkih operacija:
 - i. Operativni priručnik
 - ii. Dokaz o osposobljenosti za upravljanje sustavom u skladu s Dodatkom 4 ovoga Pravilnika,
 - iii. Pilotsku dozvolu ili potvrdu o položenom teorijskom ispitu iz poznavanja pravila letenja koji provodi Agencija,
 - iv. Dokaz o psihofizičkoj sposobnosti u skladu s Dodatkom 4 ovoga Pravilnika, za upravljanje sustavom bespilotnog zrakoplova.

6.6. IPSAR – prototip sustava za potrage i spašavanja temeljen na obradi slika

U 2012. godini u Republici Hrvatskoj izvršeno je 130 potraga koje su trajale 12.900 sati. U prosjeku u potragama sudjeluje oko petnaest spašavatelja te petnaest drugih (policija, vatrogasci, rodbina, mještani). Jednu četvrtinu čine akcije koje traju preko 10 sati prilikom čega je angažirano nekoliko stotina ljudi, helikopteri, psi, vozila, plovila i drugi resursi. Pravovremenim pronalaženjem spašen je velik broj ljudi.

Izradom sustava, traganje bi se značajno pojeftinilo te bi se poboljšala njena efikasnost. Međutim, javljaju se dvije grupe problema – automatsko otkrivanje ljudi do udaljenosti od 200 m i detekcija malih umjetnih objekata unutar prirodnog ambijenta što predstavlja poseban izazov.

Glavna ideja je izrada softvera koji ima sučelje prilagođeno korisnicima koji ne moraju biti tehnički obrazovani. Ulazni podaci se prikupljaju pomoću GPS navođene bespilotne letjelice koja ima mogućnost prikupljanja slika visoke razlučivosti. Slike se obrađuju na računalu koji je smješten na zemlji. Rezultat obrade se očituje u GPS poziciji lokacija na kojima se unesrećene ili izgubljene osobe najvjerojatnije nalaze. Također, softver se može koristiti i u svrhu nadzora granica [53].

Traganje iz zraka danas se većinom vrši na temelju vizualnog pregleda terena. Kao nedostaci ističu se cijena leta, zamor pilota, limitirana konfiguracija i samozagrijavanje IC senzora, itd., bez uključivanja nekih automatiziranih sustava. Za realizaciju sustava predlažu se prilagodljive metode obrade slika i implementacija potpomognuta uključivanjem znanja o karakteristikama traženih objekata u postupku odlučivanja.

Visokotehnoški rizici prvenstveno se očituju u brzini obrade slika i kvaliteti ulaznih podataka (vremenske prilike). Efikasnost algoritama u velikoj mjeri ovisi i o prilagodljivosti različitim uvjetima snimanja i tipovima terena.

Osvajanje tržišta uključuje uglavnom sve svjetske službe traganja i spašavanja kao i postrojbe vojske i policije. Optimalno bi bilo kada bi svaka lokalna služba bila opremljena jednim takvim sustavom koji bi se sastojao od bespilotne letjelice i razvijenog softvera. Od konkurencije navodi se GMSPAZIO (kompanija čije su operacije posvećene pomoći korisnicima u upravljanju složenim simulacijama i satelitima za daljinsko očitavanje, nudeći proizvode, usluge, obuku i razvoj prilagođenih geografskih informacijskih sustava) pri čemu

se većina obrada i analiza izvodi od strane operatera na zemlji te standardni sustavi pretraživanja (helikopteri i IC kamere).

Projekt je pokrenut u studenom prošle godine, a daljnji koraci su prezentacija i pridobivanje proizvođača i distributera bespilotnih letjelica, razvoj modernizirane verzije sustava te demonstracije na odgovarajućim stručnim konferencijama.

7. ZAKLJUČAK

Uporaba bespilotnih letjelica u početku se uglavnom svodila u vojne svrhe. Tijekom 50-tih i 60-tih godina prošlog stoljeća pojavile su se mnoge osnovne koncepcije današnjih sustava bespilotnih letjelica. Za vrijeme rata u Vijetnamu američko zrakoplovstvo koristilo je bespilotne letjelice u borbenim akcijama traganja i spašavanja vojnika. Osim u vojne svrhe primjena bespilotnih letjelica danas je puno šira i u civilnom sektoru.

Većina globalnog izvoznog tržišta pokrivena je bespilotnim letjelicama američke i izraelske proizvodnje (IAI MALAT ističe da je vodeća na tržištu u pogledu pouzdanosti i tehnologije te da ima preko 29 kupaca). Nijedan proizvođač u EU nema uspjeh sličan uspjehu tvrtke IAI MALAT. Kada se govori o operacijama potrage i spašavanja, bespilotne letjelice imaju vrlo važnu ulogu. Pomoću visokotehnoloških senzora mogu osigurati kritičnu potporu operacijama traganja i spašavanja. Bespilotne letjelice su agilne, brze, mogu biti autonomne te na taj način osigurati izvođenje operacija koje su teško izvedive ljudskim operaterima, i to po niskim operativnim troškovima. Kako bi bespilotna letjelica optimalno izvršila zadatke tijekom operacija traganja, potrebno je uzeti u obzir nekoliko čimbenika: kvalitetu podataka od senzora, ograničenja energije, opasnosti utjecaja okoliša te dijeljenje informacija. Kada se govori o procesu dijeljenja informacija nužno je uzeti u obzir promatranje s dva aspekta: spajanje podataka (kada je više bespilotnih letjelica strateški distribuirano, prikupljeni senzorni podaci mogu se dijeliti i spajati kako bi se stvorila kompletna slika okoliša) i mrežno povezivanje.

S obzirom da u Republici Hrvatskoj, za razliku od svjetskih standarda, sama koordinacija među službama nije u potpunosti učinkovita, operacije traganja i spašavanja često se izvode improvizacijski. Potrebno je istaknuti kako Hrvatska vojska u operacijama traganja i spašavanja sudjeluje sa dvije bespilotne letjelice Bojnik i Skylark što nije dovoljno.

U Republici Hrvatskoj ne postoji tvrtka koja bi mogla isporučiti gotov sustav bespilotnih letjelica. Zbog zastarjelosti sustava Bojnik te kako bi se ostvarila nadmoć i potpora, ne samo u operacijama potrage i spašavanja, već i u drugim područjima interesa, potrebno je razmotriti uvođenje novih sustava bespilotnih letjelica. Dakle, nužno je izraditi studiju koja će utvrditi koja bespilotna letjelica je optimalna za primjenu. Kao najbolja i najjeftinija opcija nameće se bespilotna letjelica ScanEagle čiji sustav od četiri letjelice i cjelokupna oprema košta oko 3,2 milijuna dolara. Navedena bespilotna letjelica bi se, osim za

operacije traganja i spašavanja, mogla koristiti i u drugim područjima kao što su kontrola ribolovnih zona, granica i ZERP-a, potpora protupožarnoj operativi, itd.

Operacije traganja u Republici Hrvatskoj pored zrakoplova se izvode i vojnim helikopterima što predstavlja iznimno skupu varijantu. Uvođenjem bespilotnih letjelica značajno bi se uštedjelo dragocjeno vrijeme pretrage, skupocjeno gorivo helikoptera i zrakoplova. Također, važno je uzeti u obzir i mogućnost primjene VTOL bespilotnih letjelica čime se znatno umanjuje vrijeme dopreme cjelokupnog sustava i pripreme za uzlijetanje. Nadalje, ove letjelice ne zahtijevaju USS-u što ih čini idealnim za primjenu na brodovima (ne zahtijeva se velika oprema za katapultiranje i prihvat letjelice). Kao najprivlačnija VTOL bespilotna letjelica za potrebe Republike Hrvatske ističe se Camcopter S-100. Ostvarenjem projekta sustava bespilotne letjelice XV znatno bi se skratilo trajanje školovanja za neki od suvremenijih sustava.

Potencijalne mogućnosti primjene bespilotnih letjelica u gotovo svim područjima djelatnosti kao i razvoj tehnologije, omogućili su da se uporaba strogo vojnih letjelica prenamjeni u civilnu svrhu. Posebno je vidljiva povećana uporaba bespilotnih letjelica u operacijama traganja i spašavanja, što je, između ostalog, rezultiralo i osnivanjem sve većeg broja neprofitabilnih udruga čiji članovi sudjeluju u operacijama sa vlastito izrađenim bespilotnim letjelicama. Slijedom navedenog, i u Republici Hrvatskoj je u sklopu projekta „Croatia Makers“ cilj opremanje tj. doniranje opreme za robotiku i automatiku svim školama i centrima za rad s mladima koji se žele uključiti u ovaj projekt te posredno sudjelovati u operacijama traganja i spašavanja.

LITERATURA

- [1] Watts AC, Ambrosia VG, Hinkley EA. Unmanned Aircraft Systems in Remote Sensing and Scientific Research: Classification and Considerations of Use. 8. lipanj 2012; 4(6), 1671-1692; doi:10.3390/rs4061671
- [2] <http://www.nasa.gov/centers/armstrong/news/FactSheets/FS-058-DFRC.html> (svibanj 2105.)
- [3] Austin, R. Unmanned Aircraft Systems [internet]. U.K.; 2010. Dostupno na: <http://1slon.ru/book/Unmanned%20Air%20Systems%20UAV%20Design,%20Development%20and%20Deployment.pdf>
- [4] National Search and Rescue Committee. United States National Search and Rescue Supplement. Washington DC; 2000.
- [5] Vidović A. Separati s predavanja iz kolegija Nekonvencionalno zrakoplovstvo. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2015.
- [6] IMO/ICAO. IAMSAR Manual Volume II Mission Coordination. London/Montreal; 2003.
- [7] http://en.wikipedia.org/wiki/General_Atomics_MQ-9_Reaper (travanj 2015.)
- [8] <http://www.airforce-technology.com/features/featurethe-top-10-longest-range-nmanned-aerial-vehicles-uavs/> (lipanj 2015.)
- [9] http://en.wikipedia.org/wiki/IAI_Heron (travanj 2015.)
- [10] http://en.wikipedia.org/wiki/Northrop_Grumman_MQ-8_Fire_Scout (travanj 2015.)
- [11] http://en.wikipedia.org/wiki/Northrop_Grumman_RQ-4_Global_Hawk (travanj 2015.)
- [12] <http://www.aerialtronics.com/2015/02/angry-winters-drones-rescue/> (travanj 2015.)
- [13] <http://www.aerialtronics.com/altura-zenith-engels/altura-zenith/> (travanj 2015.)
- [14] <http://dronelife.com/cms/product/Altura-Zenith-ATX8> (travanj 2015.)
- [15] Wezeman S. UAVs and UCAVs: Developments in the European Union. Stockholm International Peace Research Institute [Internet]. 2007. Dostupno na: http://www.sipri.org/research/armaments/transfers/publications/other_sipri_publ/20071000
- [16] <http://www.lucintel.com/LucintelBrief/UAVMarketOpportunity.pdf> (lipanj 2015.)
- [17] <http://www.darius-fp7.eu/index.php/project/about> (svibanj 2015.)
- [18] European Commission: Study analysing the current activities in the field of UAV; 2007.
- [19] <http://www.engadget.com/2015/02/17/predator-drone-sense-and-avoid-radar/> (lipanj 2015.)

- [20] http://www.practical-sailor.com/issues/37_24/features/Equipping-Drones-for-At-Sea-Search-and-Rescue_10937-1.html (travanj 2105.)
- [21] Royal Aeronautical Society. Unmanned Aerial Vehicles: A new industrial systems? U.K.; 2013.
- [22] <http://www.airforce-technology.com/projects/airmule-uav/> (lipanj 2015.)
- [23] <http://tangentlink.com/2015/02/04/uavs-ultra-long-range-sar-missions/>(travanj 2015.)
- [24] http://en.wikipedia.org/wiki/Texas_EquusSearch (travanj 2015.)
- [25] https://en.wikipedia.org/wiki/Regulation_of_UAVs_in_the_United_States (svibanj 2015.)
- [26] Headquarters Department of the Army. Unmanned Aircraft System Flight Regulations. Washington, DC; 7 August 2006.
- [27] Stožerni narednik Roginić, R. Sustavi bespilotnih letjelica u operacijama odgovora na asimetrične ugroze. Zagreb; lipanj 2012.
- [28] http://hr.wikipedia.org/wiki/BL_M-99_Bojnik (travanj 2015.)
- [29] http://hr.wikipedia.org/wiki/Elbit_Skylark (travanj 2015.)
- [30] [http://en.wikipedia.org/wiki/DJI_\(company\)](http://en.wikipedia.org/wiki/DJI_(company)) (travanj 2015.)
- [31] <http://www.dji.com/product/phantom-2> (travanj 2015.)
- [32] <https://store.3drobotics.com/products/iris> (travanj 2015.)
- [33] Waharte S, Trigoni N. Supporting Search and Rescue Operations with UAVs. Prezentirano na: Konferencija „International Symposium on Robots and Security“; 2010 SAD. University of Oxford Computing Laboratory Oxford, United Kingdom
- [34] Vidović A. Primjena helikoptera u hitnoj medicinskoj pomoći u Republici Hrvatskoj. [Magistarski znanstveni rad]. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2006.
- [35] <http://www.gss.hr/hgss/o-sluzbi/> (travanj 2015.)
- [36] <http://www.gss.hr/hgss/stanice/> (travanj 2015.)
- [37] <http://eclectica.hr/2014/08/12/projekt-croatian-makers-dio-puta-do-zemlje-znanja-poziv-zainteresiranima/> (svibanj 2015.)
- [38] <http://eclectica.hr/2014/11/08/croatian-makers-idu-dalje/> (travanj 2015.)
- [39] HKoV – Vojno-obavještajna bojna – Satnija za obavještajnu potporu iz zraka. IMINT – Slikovito – Tehničke discipline; kolovoz 2013.
- [40] <http://www.unmannedsystemsaustralia.com.au/latestnews/?p=842> (travanj 2015.)
- [41] http://en.wikipedia.org/wiki/Schiebel_Camcopter_S-100 (travanj 2015.)
- [42] http://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_Insitu_ScanEagle (travanj 2015.)
- [43] http://hr.wikipedia.org/wiki/Elbit_Hermes_450 (travanj 2015.)

- [44] http://en.wikipedia.org/wiki/General_Atomics_ALTUS (travanj 2015.)
- [45] <http://www.hipersfera.hr/> (svibanj 2015.)
- [46] <http://www.narodni-list.hr/posts/49515001> (lipanj 2015.)
- [47] <http://www.jutarnji.hr/hrvatska-placa-15-milijuna-usd-za-sest-bespilotnih-letjelica/1223297/> (svibanj 2015.)
- [48] <http://geo.arc.nasa.gov/sge/UAVFiRE/uavpayload.html> (svibanj 2015.)
- [49] Jurčević, E, Milošević B. Traganje i spašavanje na moru. „Naše more“ 53 (1-2)/2006; UDK 656.61*627.7
- [50] <http://www.hrvatski-vojniki.hr/hrvatski-vojniki/1802008/besmor.asp> (svibanj 2015.)
- [51] <http://www.netokracija.com/dronovi-bespilotne-letjelice-hrvatska-propisi-97084> (svibanj 2015.)
- [52] Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova („Narodne novine“ broj 49/15)
- [53] Papić, V. Prototip sustava za potrage i spašavanja temeljen na obradi slika. Prezentacija održana na: Konferencija „Znanost kao pokretač društva i gospodarstva“; siječanj 2015; Split, Hrvatska.

POPIS SLIKA

Slika 1. Nomenklatura bespilotnih letjelica, [1].....	6
Slika 2. AeroVironment Nano Hummingbird, [1]	7
Slika 3. Yamaha RMAX VTOL bespilotna letjelica, [1].....	8
Slika 4. LALE/LASE sustavi bespilotnih letjelica, [1]	9
Slika 5. NASA Ikhana bespilotna letjelica, [1]	10
Slika 6. Bespilotna letjelica Qinetiq Zephir, [1].....	12
Slika 10. Bespilotna letjelica General Atomics MQ - 9B Guardian, [7].....	43
Slika 11. Bespilotna letjelica Heron, [9]	44
Slika 12. Bespilotni autonomni helikopter MQ - 8C Fire Scout, [10]	45
Slika 13. Bespilotna letjelica RQ - 4 Global Hawk, [11].....	46
Slika 14. Multirotor AlturaZenith ATX8, [14]	47
Slika 15. Bespilotna letjelica Bojnik, [28]	66
Slika 16. Bespilotna letjelica Skylark I, [29]	67
Slika 17. Quadrokopter DJI Phantom 2 Vision, [30]	68
Slika 18. Quadrokopter IRIS+, [32]	69
Slika 19. Bespilotna letjelica Camcopter S – 100, [41]	76
Slika 20. Bespilotna letjelica ScanEagle, [42]	77
Slika 21. Bespilotna letjelica Hermes 450, [43].....	78
Slika 22. Bespilotna letjelica General Atomics Altus, [44]	79
Slika 23. Autonomna stratosferna letjelica Hipersfera, [45].....	80

POPIS KRATICA

ACES	(Altus Cumulus Electrification Study) studija o istraživanju oluja kombinirano koristeći bespilotnu letjelicu (npr. Altus II) i sustava za mjerenje koji se nalaze na tlu
ACO	(Aircraft Coordinator) zrakoplovni koordinator
ACS	(Air Control Station) zračna nadzorna postaja
AFCS	(Autonomous Flight Control Systems) sustavi sa autonomnom kontrolom leta
AIRDAS	(Airborne Infrared Disaster and Space Administration) avionski infracrveni sustav za procjenu nesreća i katastrofa
ATC	(Air Traffic Control) kontrola zračnog prometa
ATM	(Air Traffic Management) upravljanje zračnim prometom
ATO	(Air Traffic Organization) organizacija zračnog prometa
CAA	(Civil Aviation Authority) Agencija za civilno zrakoplovstvo
CASP	(Computer Assisted Search Planning) planiranje potraga uporabom računalnih programa
C band	raspon radio spektra od 4 do 8 Ghz prema IEEE
CCD	(Charge Coupled Device) uređaj za prijenos električnog naboja
CHOP	(Change Operational Control) datum i vrijeme u kojem odgovornost za operativnu kontrolu jedinica prelazi iz jedne upravljačke ovlasti na drugu
COA	(Certificate of Airworthiness) certifikat o plovidbenosti
CORSH	(Conical Recovery, Securing and Handling) sustav automatskog slijetanja na brod
DGPS	(Differential Global Positioning System) diferencijalni GPS
DoD FLIP	(Department of Defence Flight Information Publications) publikacije letnih informacija Ministarstva obrane
DSRC	(Dedicated Short Range Communcations) komunikacija kratkog dometa posebne namjene
DTED	(Digital Terrain Elevation Data) digitalni model terena
DUZS	Državna uprava za zaštitu i spašavanje
EASA	(European Aviation Safety Agency) Europska agencija za zrakoplovnu sigurnost
ECRA	(European Cave Rescue Association) Europsko speleospasilačko udruženje

EER	(Effective Earth Radius) efektivni zemaljski radijus
ERAST	(NASA Environmental Research Aircraft and Sensor Technology) NASA-in program za razvoj ekonomski isplativih bespilotnih letjelica i senzora
ERSG	(European RPAS Steering Group) Europska RPAS upravljačka grupa
EUROCAE	(European Organisation for Civil Aviation Equipment) Europska organizacija za opremu za civilno zrakoplovstvo
FAA	(Federal Aviation Administration) Savezna uprava za civilno zrakoplovstvo
FLIR	(Forward Looking Infrared) termovizijska kamera
FPV	(First-person view) omogućuje pogled u prvom licu postavljanjem kamere i odašiljača na bespilotnu letjelicu koji su upareni sa prijamnikom i LCD ekranom
GCS	(Ground Control Station) zemaljska nadzorna postaja
GDT	(Ground Data Terminal) zemaljski podatkovni terminal
GGG	(Generic Ground Station) opća zemaljska postaja
GPS	(Global Positioning System) globalni pozicijski sustav
GS	Glavni stožer
HALE	(High Altitude Long Endurance) velika visina/duga istrajnost
HD	(High Definition) visoka rezolucija i kvaliteta
HGSS	Hrvatska gorska služba spašavanja
HKoV	Hrvatska kopnena vojska
HRZ	Hrvatsko ratno zrakoplovstvo
HTOL	(Horizontal Take off and Landing) horizontalno uzlijetanje i slijetanje
HUMINT	(Human Intelligence) prikupljanje informacija ljudskim izvorima
IAMSAR	(International Aeronautical and Maritime Search and Rescue) zajednička publikacija ICAO-a i IMO-a koja sugerira državama članicama postavljanje glavnih smjernica, vezanih za osnivanje sustava za potragu i spašavanje
ICAO	(International Civil Aviation Organization) Međunarodna organizacija za civilno zrakoplovstvo
ICAO UASSG	(International Civil Aviation Organisation Unmanned Aircraft Systems Study Group) radna grupa ICAO-a za sustave bespilotnih letjelica
IFR	(Instrument Flight Rules) pravila instrumentalnog letenja
IKRA-CISA	(Internationale Kommission für Alpines Rettungswesen-Commission Internationale de Sauvetage Alpin) Međunarodna komisija gorskih spasilačkih službi

IMC	(Instrument Meteorological Conditions) instrumentalni meteorološki uvjeti
IMINT	(Imagery Intelligence) obrada slikovnih informacija
IMO	(International Maritime Organization) Međunarodna pomorska organizacija
INS	(Inertial Navigation System) inercijski navigacijski sustav
INSARAG	(International Search and Rescue Advisory Group) Međunarodna savjetodavna grupa za potragu i spašavanje
ISTAR	(Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance) obavještajno djelovanje, nadzor, nominacija ciljeva i izviđanje
L band	raspon radio spektra od 1 do 2 Ghz prema IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers- Institut električkih i elektroničkih inženjera)
LED	(Light-emitting diode) poluvodič koji emitira vidljivo svjetlo prilikom prolaska električne struje kroz njega
LiPO	(Lithium Polymer battery) litij-polimer baterija
LoS	(Line of Sight – an unobstructed line-of-sight between a subject and object) neometan prijem radio signala koji ovisi o preprekama na koje val nailazi na svojem putu pravocrtnog širenja između subjekta i objekta
MALE	(Medium Altitude Long Endurance) srednja visina/duga istrajnost
MAP	(Missed Approach) točka neuspjelog prilaznja
MASPS	(Minimum Aviation System Performance Specification) definira karakteristike sustava namijenjenih za operativnu uporabu u određenom zračnom prostoru
MAV	(MAV – Micro Air Vehicle) mikro bespilotna letjelica
MOA	(Military Operating Areas) vojno operativna područja
MOPS	(Management and Operations Systems Recommendations) minimalni standardi za specifične komponente neophodne za uspješno funkcioniranje sustava
MORH	Ministarstvo obrane Republike Hrvatske
MRCC	(Maritime Rescue Coordination Centre) Pomorski centar za koordinaciju spašavanja
MUP	Ministarstvo unutarnjih poslova
NASA	(US National Aeronautics and Space Administration) Američka svemirska agencija
NAV	(NAV – Nano Air Vehicle) nano bespilotna letjelica
NAVSAR	(Navy Search and Rescue) potraga i spašavanje na moru
NAVSTAR	mreža američkih satelita koji pružaju GPS usluge
NBC	(Nuclear, Biological or Chemical) nuklearni, biološki ili kemijski (uzorak)

NOAA	(National Oceanographic and Atmospheric Administration) Savezna agencija za oceane i atmosferu
NOS	namjenski organizirane snage
NOTAM	(Notification to Airmen) žurna informacija – poruka prosljeđena putem telekomunikacija, a sadrži informacije koje se odnose na uspostavu, stanje ili promjenu na bilo kojem zrakoplovnom uređaju ili infrastrukturi, usluzi, postupku ili na opasnost u zračnom prometu čije je pravovremeno objavljivanje bitno za osoblje povezano s letačkim operacijama
NSS	(National Search and Rescue Supplement) Nacionalni dodatak za potragu i spašavanje
OFCOM	(Office of Communications) Ured za komunikacije
OSC	(On-Scene Coordinator) koordinator mjesta događaja
OSINT	(Open-source Intelligence) obrada otvorenih izvora – do izvora informacija se dolazi obradom svih dostupnih izvora kao što su novine, knjige, elektronički mediji i satelitske snimke
OS RH	Oružane snage Republike Hrvatske
OTT	(Over-the-top flights) VFR letenje iznad oblaka
PF	(Position Fixed) položaj izveden iz mjerenja vanjskih referentnih točki. Obično PF je mjesto gdje se dvije ili više linija položaja sijeku u bilo kojem trenutku
POC	(Probability of Containment) vjerojatnost da se objekt za kojim se traga nalazi unutar granica nekog područja
POD	(Probability of Detection) vjerojatnost otkrivanja
POS	(Probability of Success) vjerojatnost uspjeha
PPS	(Precise Positioning Service) usluga preciznog pozicioniranja
RC	(Radio Control) radio upravljanje
RCC	(Rescue Co-ordination Centre) Koordinacijski centar za spašavanje
RPA	(Remotely Piloted Aircraft) zrakoplov na daljinsko upravljanje
RPAS	(Remotely Piloted Aircraft Systems) bespilotni zrakoplovni sustavi
RTCA	(Radio Technical Commission for Aeronautics) Radio tehnička komisija za aeronautiku – američka dobrovoljna organizacija koja razvija tehničke smjernice za korištenje od strane regulatornih tijela vlade i industrije
RVR	(Runway Visual Range) vidljivost uzduž USS-e
RVT	(Remote Viewing Terminal) prijenosni video terminal koji se koristi za primanje, prikaz, snimanje, reproduciranje i zamrzavanje senzornih podataka

SAR	(Synthetic Aperture Radar) radar sa sintetičkim otvorom antene
SCS	(Sea Control Station) nadzorna postaja na brodu
SESAR	(Single European Sky ATM Research) modernizacijski program ATM-a u sklopu SES inicijative
SIGINT	(Signals Intelligence) elektroničko izviđanje
SMC	(Search and Rescue Mission Coordinator) koordinator potrage i spašavanja
SOLAS	(Safety of Life at Sea) Međunarodna konvencija o zaštiti ljudskih života na moru
SOP	(Standard Operating Procedure) standardni operativni postupak
SOPiZ	Satnija za obavještajnu potporu iz zraka
SPS	(Standard Positioning System) standardni sustav pozicioniranja
SRR	(Search and Rescue Region) regija traganja i spašavanja
SRU	(Search and Rescue Unit) jedinica za potragu i spašavanje
sUAS	(small Unmanned Aircraft Systems) mali sustavi bespilotnih letjelica
UHF	(Ultra High Frequency) iznimno visoka frekvencija
USS	uzletno-sletna staza
VFR	(Visual Flight Rules) pravila za vizualno letenje
VHF	(Very High Frequency) vrlo visoka frekvencija
VSOA	Vojna sigurnosno-obavještajna agencija
VTOL	(Vertical Take Off and Landing) vertikalno uzlijetanje i slijetanje
ZERP	zaštićeni ekološko-ribolovni pojas
ZNP	zemaljska nadzorna postaja
ZTZ	Zrakoplovno tehnički zavod